

XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

Zbornik radova

Editori:

Milan Martić
Mirko Vujošević
Dragana Makajić-Nikolić
Marija Kuzmanović
Gordana Savić

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 09–12. septembar 2013. godine

XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

ZBORNIK RADOVA

Editori:

Milan Martić
Mirko Vujošević
Dragana Makajić-Nikolić
Marija Kuzmanović
Gordana Savić



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

ZBORNİK RADOVA SYM-OP-IS 2013

Izdavač:

Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Za izdavača:

Prof. dr Milan Martić

Editori:

Milan Martić

Mirko Vujošević

Dragana Makajić-Nikolić

Marija Kuzmanović

Gordana Savić

Štampa:

NEWPRESS d.o.o.

Lukijana Mušickog 131, Smederevo, Srbija

Godina:

2013

ISBN:

978-86-7680-286-9

Publikovanje Zbornika je podržano od strane
Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

519.8(082)

СИМПОЗИЈУМ о операционим истраживањима (40 ; 2013 ; Златибор)
Zbornik radova / XL simpozijum o operacionim istraživanjima - SYM-OP-IS 2013,
Zlatibor, 8-12. septembar 2013.; [organizatori Fakultet organizacionih nauka,
Beograd ... et al.]; editor Milan Martić [et al.]. - Beograd : Fakultet organizacionih
nauka, 2013 (Smederevo : Newpress). - [XIII], 956 str.: ilustr.; 25 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 70. - Str. [V]: Predgovor / Mirko Vujošević. –
Str. [VI-VII]: Akademik Dragoš Cvetković : povodom dodele povelje za zasluge u
razvoju operacionih istraživanja / Vera Kovačević-Vujčić, Mirjana Čangalović. –
Napomene i bibliografske reference uz tekst.

- Bibliografija uz svaki rad. - Rezimeji; Abstracts. - Registar.

ISBN 978-86-7680-286-9

1. Мартић, Милан [уредник]
2. Факултет организационих наука (Београд)
а) Операциона истраживања - Зборници

COBISS.SR-ID 201617932

ORGANIZATORI



Fakultet organizacionih nauka, Beograd
Izvršni organizator SYM-OP-IS 2013



**Institut "Mihajlo Pupin",
Beograd**



**Saobraćajni fakultet,
Beograd**



**Rudarsko-geološki fakultet,
Beograd**



**Matematički institut SANU,
Beograd**



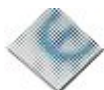
**Matematički fakultet,
Beograd**



Vojska Srbije



**Ministarstvo odbrane
Republike Srbije**



**Ekonomski fakultet,
Beograd**



Visoka građevinsko-geodetska škola, Beograd



**Ekonomski institut,
Beograd**



Univerzitet u Banjoj Luci



Društvo operacionih istraživača

PROGRAMSKI ODBOR

Martić Milan, FON, Beograd, predsednik	Ognjanović Zoran, MI SANU, Beograd
Andrejić Marko, VS	Pap Endre, PMF, Novi Sad
Cvijanović Janko, EI, Beograd	Petrović Slavica, EF, Kragujevac
Ćirović Goran, VGGŠ, Beograd	Radojević Dragan, IMP, Beograd
Čabarkapa Obrad, VS	Sorak Miloš, MF, Banja Luka
Čangalović Mirjana, FON, Beograd	Stanić Stanko, EF, Banja Luka
Dugošija Đorđe, MTF, Beograd	Stanojević Milan, FON, Beograd
Kočović Jelena, EF, Beograd	Stanojević Milorad, SF, Beograd
Kovačević-Vujčić Vera, FON, Beograd	Starčević Dušan, FON, Beograd
Letić Duško, TF, Zrenjanin	Suknović Milija, FON, Beograd
Kovač Mitar, VS	Teodorović Dušan, SF, Beograd
Kutlača Đuro, IMP, Beograd	Urošević Dragan, MI Beograd
Mesaroš Katalin, EF, Subotica	Vidović Milorad, SF, Beograd
Miljanović Igor, RGF, Beograd	Vujić Slobodan, RI, Beograd
Mladenović Zorica, EF, Beograd	Vujošević Mirko, FON, Beograd
Mladenović Nenad, MI SANU, FON, Beograd	Vukadinović Katarina, SF, Beograd
Mučibabić Spasoje, VS	

POČASNI PROGRAMSKI ODBOR

Batanović Vladan, IMP, Beograd	Milovanović Gradimir, SANU, Niš
Backović Marko, EF, Beograd	Nikolić Ilija, FGM, Beograd
Borović Siniša, FMMS, Beograd	Opricović Serafim, GF, Beograd
Cvetković Dragoš, SANU, Beograd	Petrović Radivoj, IMP, AINS, Beograd
Đorđević Branislav, GF, Beograd	Rakić Milan, IMP, Beograd
Guberinić Slobodan, IMP, Beograd	Todorović Jovan, AINS, Beograd
Krčevinac Slobodan, FON, Beograd	Vukadinović Slobodan, SF, Beograd
Matejić Vlastimir, AINS, Beograd	Vuleta Jovo, EF, Beograd
Mihaljević Miodrag MI, Beograd	Zečević Tomislav, EF, Beograd

ORGANIZACIONI ODBOR

Milan Stanojević, FON, Beograd	Milena Popović, FON, Beograd
Dragana Makajić-Nikolić, FON, Beograd	Minja Marinović, FON, Beograd
Gordana Savić, FON, Beograd	Tihomir Novaković, FON, Beograd
Marija Kuzmanović, FON, Beograd	Veljko Jeremić, FON, Beograd
Bisera Andrić-Gušavac, FON, Beograd	Aleksandar Đoković, FON, Beograd
Biljana Panić, FON, Beograd	

PREDGOVOR

Saradnicima Laboratorije za operaciona istraživanja "Jovan Petrić", koja sa ponosom nosi ime jednog od pionira srpskih operacionih istraživanja, bila je čast i izazov da organizuju jubilarni četrdeseti simopis, zvanično označen XL SYM-OP-IS 2013. Čast, zbog toga što je Programski odbor svojom odlukom da ovaj značajni skup organizuje Fakultet organizacionih nauka ukazao poštovanje operacionim istraživačima fakulteta i rezultatima koje oni postižu. Izazov, zbog toga što pamtim i imamo na umu reči profesora Petrića kojima je on pred svaki sledeći simopis zahtevao od organizatora da budu bolji od svojih prethodnika.

Poštujući dobru praksu prethodnih simopisa koja mu je donela zavidan ugled u domaćoj i međunarodnoj naučnoj i stručnoj javnosti, nastojali smo da uvedemo i nekoliko novina u skladu sa promenama koje se neminovno dešavaju. Sve te novine su potvrđene odlukama Programskog odbora.

Značajna novina u odnosu na ranije simpozijume je njegovo zvanično organizovanje zajedno i paralelno sa 11. Balkanskom konferencijom o operacionim istraživanjima, XI BALCOR 2013. Učesnici simopisa imaju priliku da prisustvuju predavanjima po pozivu koja će održati eminentni operacioni istraživači Evrope. Ova dva skupa koja se odvijaju na srpskom i engleskom jeziku shvatamo kao primer za buduće simopise, koji bi trebalo da imaju internacionalne sekcije i da simopisu, pored karaktera domaćeg skupa, daju i obeležje međunarodne konferencije.

Sledeća novina je u odlaganju štampanja zbornika radova. Naime, svi radovi koji su prihvaćeni na osnovu pozitivnih recenzija, stavljeni su na elektronski medij koji se daje učesnicima simopisa. Samo radovi koji su prošli recenzije i za koje autori budu uplatili kotizacije biće naknadno publikovani na elektronskom mediju sa ISBN brojem i CIP katalogizacijom i štampani na hartiji u zborniku radova. Štampani zbornici biće dati organizatorima simopisa za njihove interne biblioteke, posebno zainteresovanim pojedincima i važnim bibliotekama u državi. Programski odbor je prihvatio ovakav način rada iz dva razloga. Prvi je u tome što sve veći broj učesnika radije prihvata elektronski medij nego štampane zbornike sa više stotina stranica. Drugi je razlog ekonomske prirode: smanjenjem broja štampanih zbornika smanjuju se troškovi organizacije simpozijuma. Pored toga, zbog ekonomskih prilika, mnogi učesnici su u teškoćama da uplate kotizaciju koja je neophodna da bi se zbornik štampao i simpozijum uopšte održao.

Proslava četrdesete godišnjice simopisa takođe obeležava ovogodišnji simpozijum. Nekoliko predavanja u vezi sa istorijom operacionih istraživanja u Srbiji i rezultatima rada simopisa biće prezentovano u posebnim sekcijama. Pomenimo samo da je u toku ovih 40 godina svog kontinuiranog održavanja na simopisu učestvovalo preko 10000 autora, a u njegovim zbornicima radova, štampanim pre početka rada svakog simpozijuma, objavljeno je preko 5700 radova. Smatramo da će radovi o istoriji operacionih istraživanja ostati kao vredan zapis budućim generacijama jer opisuju pokret koji uspešno traje četrdeset godina.

Velika je radost Programskog odbora simopisa i čini mu čast to što ove godine dodeljuje Povelju za zasluge u razvoju operacionih istraživanja akademiku Dragošu Cvetkoviću. Pored njegovih izuzetnih doprinosa u oblasti teorije grafova i njihove primene u rešavanju problema operacionih istraživanja, operacioni istraživači u Srbiji veoma cene i podršku koju im je davao i daje akademik Cvetković.

Ove godine je za simopis, posle stručne recenzije, odabrano i u ovom Zborniku prezentovano 185 radova. Autori dolaze iz 10 zemalja i njihov ukupan broj je 409, pri čemu se neki od njih pojavljuju na više radova. Radovi su razvrstani u 27 standardnih sekcija simpozijuma. Smatramo da ovi podaci pokazuju visoko interesovanje stručne javnosti za naš simopis.

Na kraju, želimo da se sledeći izvršni organizator simopisa potrudi da bude uspešniji od nas.

Za Programski odbor i Organizacioni odbor
Mirko Vujošević

Akademik Dragoš Cvetković

POVODOM DODELE POVELJE ZA ZASLUGE U RAZVOJU OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA



Dragoš Cvetković, redovni član Srpske akademije nauka i umetnosti, sekretar Odeljenja matematičkih, fizičkih i geo-nauka, profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, rođen je 6. marta 1941. godine u Sremskoj Mitrovici, gde je pohađao osnovnu školu i gimnaziju. Diplomirao je 1964. godine na Odseku za tehničku fiziku Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu. Doktorat matematičkih nauka stekao je 1971. godine na istom fakultetu sa tezom iz teorije grafova. U periodu od 1965-1973. godine Cvetković je radio kao asistent na Katedri za matematiku Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu. Za docenta je izabran 1973, za vanrednog profesora 1979, a za redovnog 1986. godine pri istoj katedri. Penzionisan je 2006. Godine, posle čega svoju naučnu aktivnost nastavlja u Matematičkom institutu Srpske akademije nauka i umetnosti (SANU). Za

dopisnog člana SANU izabran je 12. decembra 1985. godine, a za redovnog 27. oktobra 1994. godine.

Akademik Cvetković se u širem smislu bavi diskretnom matematikom. Dominantna oblast u Cvetkovićevom radu je spektralna teorija grafova, ali njegovi radovi i knjige obuhvataju i probleme kombinatorike, linearne algebre, teorije kodova, kombinatorne optimizacije, veštačke inteligencije i računarstva, i daju značajan doprinos razvoju operacionih istraživanja.

Tokom svoje plodne naučne karijere Cvetković je objavio preko 200 naučnih radova u inostranim i domaćim naučnim časopisima i zbornicima radova sa naučnih konferencija. Za operaciona istraživanja od posebne je važnosti niz radova posvećen problemima trgovačkog putnika, grupisanja podataka i nalaženja ekstremalnih grafova, kao i primeni spektralne teorije grafova u računarstvu. Objavio je i zadivljujući broj od oko 70 knjiga, računajući i ponovljena izdanja do kojih dolazi zbog velikog interesovanja čitalaca. Poznata je njegova monografija „Spectra of Graphs“ (koautori M. Doob i H. Sachs), prva ove vrste u svetu koja je doživela tri engleska izdanja (1979, 1982. i 1995) i prevod na ruski jezik (1984). Nastavak ove knjige je monografija „Recent Results in the Theory of Graph Spectra“ (koautori M. Doob, I. Gutman i A. Torgašev, 1988), a novija istraživanja obuhvaćena su u knjigama „Eigenspaces of Graphs“, „Spectral Generalizations of Line Graphs“ i „An Introduction to the Theory of Graph Spectra“ (koautori P. Rowlinson i S. Simić) objavljenim 1997, 2004. i 2009. godine. Knjiga „Variations on the Travelling Salesman Theme“ (koautori V. Dimitrijević, M. Milosavljević, 1996) sadrži originalne naučne doprinose autora rešavanju jednog od najpoznatijih problema kombinatorne optimizacije. Od knjiga na srpskom jeziku ističu se „Teorija grafova u njene primene“ (1971, 1977, 1981, 1986, 1990), „Diskretne matematičke strukture – matematika za kompjuterske nauke“ (1978, 1983, 1987, 2004), „Kombinatorna teorija matrica sa primenama u elektrotehnici, hemiji i fizici“ (1980, 1987, 2011) i „Kombinatorika – klasična i moderna“ (1984, 1990, 2006) i „Kombinatorna optimizacija, Matematička teorija i algoritmi“ (Koautori M. Čangalović, Dj. Dugošija, V. Kovačević-Vujčić, S. Simić, J. Vuleta, 1996). Knjiga „Kombinatorna teorija matrica“ je, uz preradu i dopunu, objavljena na engleskom jeziku (koautor R. A. Brualdi, 2008). Naučni radovi i knjige Dragoša Cvetkovića imaju izuzetno visoku citiranost. Prema podacima iz baze Google Scholar, samo knjiga „Spectra of Graphs“ ima 3171 citat, a ukupan broj citata se može proceniti pomoću indeksa citiranosti $g = 64$ i $h = 27$, što su najveće vrednosti među matematičarima iz Srbije.

Akademik Cvetković školsku 1975/76. godinu provodi na Odeljenju za matematiku Tehničkog univerziteta u Eindhovenu, 1983. je gostujući profesor na Visokoj tehničkoj školi u Ilmenau, dok školske 1985/86. godine boravi na Univerzitetu u Stirlingu kao nosilac stipendije fondacije Carnegie. Godine 1991. izabran je za počasnog profesora Univerziteta u Stirlingu. Od kraćih studijskih boravaka pomenimo samo

neke: 1978. godine Cvetković gostuje na Univerzitetu u Manitobi; 1980. godine odlazi na studijsko putovanje u SAD i Kanadu gde obilazi više univerziteta; 1989, 1993, 1998. i 2001. bio je u Velikoj Britaniji po pozivu Britanskog fonda za naučni rad i Međunarodnog matematičkog centra iz Edinburga. Bio je predsednik Programskog odbora konferencije o spektrima grafova u Aveiru, Portugalija 2006. godine i slične konferencije u Rio de Žaneiru 2008. godine. Stalni je član Programskog komiteta Simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYMOPIS). Sa radovima je učestvovao na velikom broju konferencija u našoj zemlji i inostranstvu, često kao predavač po pozivu. Održao je veći broj stručnih predavanja na raznim univerzitetima i drugim naučnim institucijama u Evropi, Americi i Australiji.

Akademik Cvetković je dugogodišnji saradnik Matematičkog instituta SANU i član Naučnog veća tog instituta. Bio je rukovodilac više naučno-istraživačkih projekata čiji je koordinator bio Matematički institut, među kojima ističemo projekte „Teorija grafova i matematičko programiranje sa primenama u hemiji i transportu“ (2001-2005) i „Teorija grafova i matematičko programiranje sa primenama u hemiji i tehničkim naukama“ (2006-2010). Akademik Cvetković je član je redakcionih odbora časopisa Yugoslav Journal of Operations Research, Publications de l'Institute Mathematique, Applicable Analysis and Discrete Mathematics i drugih. U periodu 1990-2000 bio je glavni urednik časopisa Publikacije Elektrotehničkog fakulteta-Serijska matematika. Dugi niz godina bio je jedan od urednika međunarodnog časopisa Linear and Multilinear Algebra, a jedno vreme član redakcije časopisa Journal of Graph Theory. Bio je predsednik Jugoslovenskog udruženja za primenjenu i industrijsku u periodu od 1997. do 2001. godine. Član je Internacionalne akademije za matematičku hemiju i Evropske akademije (London).

Vera Kovačević-Vujčić
Mirjana Čangalović

**Nosioci povelje SYM-OP-IS-a
Za zasluge u razvoju operacionih istraživanja**

Kraut Božidar (1983)	Vukadinović Svetozar (1993)	Zečević Tomislav (2001)
Vadnal Alojzije (1983)	Krčevinac Slobodan (1993)	Vujić Slobodan (2003)
Marković Dragoslav (1983)	Guberinić Slobodan (1993)	Radojević Dragan (2006)
Ivanović Branislav (1984)	Vuleta Jovo (1993)	Čangalović Mirjana (2010)
Martić Ljubomir (1984)	Kovačević-Vujčić Vera (1998)	Mladenović Nenad (2010)
Petrović Radivoj (1984)	Teodorović Dušan (1998)	Mučibabić Spasoje (2010)
Petrić Jovan (1988)	Matejić Vlastimir (2000)	Martić Milan (2012)
Zlobec Sanjo (1990)	Vujošević Mirko (2000)	Dragoš Cvetković (2013)
Stanojević Radoslav (1991)	Borović Siniša (2001)	

Sadržaj

■ S1	EKOLOGIJA	1
	Ekološka svest vs ponašanje potrošača: Pregled literature	3
	<i>Marina Uček, Milena Popović, Marija Kuzmanović, Nataša Petrović</i>	
	Analiza ekološkog rizika od crnih i sivih otpadnih voda na Dunavu	9
	<i>Dragana Makajić-Nikolić, Marko Čirović, Nataša Petrović, Mirko Vujošević, Vladanka Presburger Ulniković</i>	
■ S2	EKONOMSKI MODELI I EKONOMETRIJA	15
	Matrice razvoja zemalja evropske unije kroz kretanje bdp po regionima	17
	<i>Ana Anokić, Mirjana Krivokapić, Svjetlana Janković Soja</i>	
	Impact of Global Financial and European Sovereign Debt Crisis on Ceec Stock Markets:	
	An Application of Symmetric and Asymmetric Garch Type Models	23
	<i>Siniša Miletić, Boris Korenak, Dejan Vukosavljević</i>	
	Cointegration Parameter Constancy Tests - Evidence From Serbian Labour Market	29
	<i>Aleksandra Anić</i>	
	Subjektivne verovatnoće i heterogenost investitorskih stavova	34
	<i>Jelena Minović</i>	
	Model eksponencijalno inflatornog ekonomskog rasta	40
	<i>Marko Backović, Zoran Popović, Mladen Stamenković</i>	
	Effects of TFP Shock on GDP, Export and Import in Case of Bosnia and Herzegovina	46
	<i>Nikolina Bošnjak</i>	
■ S3	EKSPERTNI SISTEMI-PODRŠKA ODLUČIVANJU	47
	Izbor ekonomski najpovoljnije ponude u procesu elektronske javne nabavke	49
	<i>Vjekoslav Bobar, Srđan Lalić</i>	
	Neke mogućnosti unapređenja sistema poslovne inteligencije procesom grupnog odlučivanja	55
	<i>Bisera Andrić Gušavac, Dragana Stojanović, Ivan Tomašević, Barbara Simeunović</i>	
	Multibiometrijski sistemi za utvrđivanje identiteta	61
	<i>Saša Paunović, Dušan Starčević</i>	
■ S4	ELEKTRONSKO POSLOVANJE	67
	Savremeni oblici elektronskog bankarstva primenom tablet uređaja i smart telefona	69
	<i>Miloš Dragosavac, Dejan Sredojević</i>	
	Poslovni procesi softverske platforme turističke agencije	75
	<i>Danijela Milentijević, Alempije Veljović, Lidija Paunović</i>	
	Funkcionalnosti yahoo groups servisa na studentskom programu elektronsko poslovanje	81
	<i>Nada Staletić, Predrag Staletić, Aleksandar Simović</i>	
	Značaj praćenja posećenosti web sajta elektronske maloprodaje	87
	<i>Sonja Leković</i>	
	Primena internet marketing koncepta u popularizaciji naučno-istraživačkog projekta	91
	<i>Lidija Paunović, Alempije Veljović, Danijela Milentijević</i>	
	Afirmacija učenja na daljinu na visokoškolskim institucijama. Osvrt na preporuke za implementaciju na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Prištini	96
	<i>Jelena Božović</i>	
	Akteri i uloge u procesu daljinskog upravljanja životnim ciklusom NFC servisa	102
	<i>Borko Lepojević</i>	
■ S5	ENERGETIKA	107
	Perspektive energetske efikasnosti u Srbiji - obnovljivi izvori energije i kogeneracija	109
	<i>Miloš Parežanin, Dragana Kragulj</i>	
■ S6	FINANSIJE I BANKARSTVO	115
	Altmanov z-skoring model za predviđanje bankrota preduzeća na primeru kompanije „Telefonija“ a.d. Beograd	117
	<i>Vladimir Mirković</i>	
	Analiza ponašanja CDS spreadova i verovatnoća difolta zemalja pogođenih dužničkom krizom	123
	<i>Irena Janković</i>	
	Likvidnost bankarskog sektora Srbije	129
	<i>Jelena Obradović, Miloš Dragosavac, Sonja Arsić</i>	
	Pad kamatnih stopa kao faktor rasta bankarskih plasmana	135
	<i>Marija Knežević</i>	
	Finansijsko upravljanje i kontrola javnih rashoda i izdataka	141
	<i>Vladimir Grbić, Paun Lučanović, Milica Mašić</i>	

Praćenje izvršenja rashoda po utvrđenim ciljevima i programima <i>Milena Knežević, Branko Tešanović, Saša Trandafilović</i>	147
Javne nabavke u oblasti odbrane i opremanje savremenim naoružanjem i vojnom opremom <i>Branko Tešanović, Rajko Petrović, Milena Knežević</i>	153
WACC, WARA i IRR u alokaciji kupoprodajne cene <i>Nina Milenković</i>	159
Transformacija društveno-ekonomskih sistema u uslovima globalizacije <i>Saša Trandafilović, Nebojša Dragović, Srblislav Cvejić</i>	165
Krediti banaka – mogućnosti i ograničenja finansiranja malih i srednjih preduzeća u Republici Srbiji <i>Željko Turudić</i>	171
Cena kapitala kao faktor finansiranja investicionih projekata <i>Aleksandar Miletić, Damir Nađ, Milan Rstić</i>	177
Primjena klaster analize i analize varijanse u postupku klasifikacije i vrednovanja bankarskog sektora <i>Darko Milunović, Željko Račić</i>	183
■ S7 GEOINFORMACIONI SISTEMI	189
Satelitska praćenja vremenskih uslova <i>Miodrag Regodić, Ljubomir Gigović, Slaviša Tatomirović</i>	191
Primena metode višekriterijumskog odlučivanja u GIS-u <i>Ljubomir Gigović, Miodrag Regodić</i>	197
Analiza topografskih izvora podataka za izradu državne baze podataka geografskih naziva <i>Slaviša Tatomirović, Miodrag Regodić, Stevan Radojčić, Radoje Banković</i>	202
Using GPS & GIS Tools to Detect Customer Locations in Retail Industry <i>Verka Jovanović, Đorđe Vukelić</i>	207
■ S8 GRAĐEVINARSTVO	213
Minimizacija trajanja projekta i maksimizacija vrednosti radova favorizovanih izvođača na projektu sa ograničenim troškovima <i>Ilija Nikolić, Zvonko Božilović, Nenad Nikolić</i>	215
Mogućnosti primene veštačkih neuralnih mreža u procesu višekriterijumskog odlučivanja u građevinarstvu <i>Ljubo Marković, Ljiljana Milić Marković, Velimir Dutina</i>	221
One procedure of Fuzzy AHP based on eigenvalues <i>Natasa Praščević, Živojin Praščević</i>	228
Primena modela bodovanja pri izboru najpovoljnije geodetske metode i opreme za snimanje betonskih konstrukcija <i>Slobodan Pandžić, Slavoljub Tomić, Jelena Pandžić</i>	234
Neke metode veštačke inteligencije sa primenom u građevinarstvu <i>Goran Ćirović, Snežana Mitrović, Dragan Nikolić</i>	239
Metod procene troškovno značajnih grupa radova <i>Igor Peško, Goran Ćirović, Milan Trivunić, Vladimir Mučenski, Jasmina Dražić</i>	245
Predviđanje čvrstoće pri pritisku cementnih kompozita sa vrlo visokim mehaničkim svojstvima primenom potpornih vektora <i>Goran Ćirović, Dragan Nikolić, Snežana Mitrović</i>	250
Procena vrednosti građevinskih investicija korišćenjem fazi neto sadašnje vrednosti <i>Ivan Anić, Zora Aleksić, Vule Aleksić</i>	256
■ S9 GRAFOVI I MREŽE	261
Some Recent Results on Spectral Recognition of Graphs <i>Dragoš Cvetković</i>	263
Spectral Recognition of Music Melodies <i>Dragoš Cvetković, Vesna Manojlović</i>	269
■ S10 INFORMACIONI SISTEMI	273
Komparativna analiza iterativno-inkrementalnih procesnih modela razvoja informacionih sistema <i>Miloš Borjan, Predrag Matković, Pere Tumbas, Marton Sakal</i>	275
Primena informacionih tehnologija u dijagnostici i lečenju <i>Marina Jovanović Milenković, Dejan Milenković, Kristina Seke</i>	281
Praktični razvoj softverskih komponentiza potrebe preduzeca <i>Tanja Davidov</i>	287
Analiza primene informacionih tehnologija za donošenje upravljačkih odluka u lukama (sa detaljnim prikazom luke Novi Sad) <i>Zdravko Tešić, Branislav Stevanov, Milosav Georgijević</i>	293
Načini korišćenja programa za tabelarne kalkulacije <i>Lazar Raković, Marton Sakal, Predrag Marković, Pere Tumbas</i>	299
Testiranje informacionih zahteva-argumenti i tehnike <i>Vuk Vuković, Jovica Đurković, Jelica Trninić</i>	304
Softverske metrike u merenju r softverskih rešenja <i>Tatjana Davidov</i>	308
Vizuelizacija semantičkih podataka u e-obrazovanju <i>Miloš Milutinović, Mihajlo Anđelić, Zorica Bogdanović, Marijana Despotović-Zrakić</i>	314

Prilagodljivi web dizajn sa primenom fiksnog rasporeda elemenata <i>Dragan Zoranović, Snežana Mladenović, Slađana Janković, Ana Uzelac</i>	320
Ključna područja vrednovanja internih kontrola informacionog sistema u preduzeću metodologijom COBIT <i>Jelica Eremić Dođić, Mirjana Novaković, Darko Bošnjak, Jelena Bošnjak</i>	326
The Role of Social Networks in Marketing Activities of Companies <i>Zoran Nešić, Ivana Bulut, Miroslav Radojičić</i>	332
Pregled i klasifikacija istraživačkih pristupa u prepoznavanju osoba na osnovu hoda <i>Miloš Milovanović, Miroslav Minović, Dušan Starčević</i>	337
Integralni logistički informacioni sistem-CALS <i>Milan Miličević, Branko Babić</i>	343
Informacioni sistem za nadzor i upravljanje naplatom putarine <i>Gordana Radivojević, Bratislav Lazić, Gorana Šormaz, Pavle Kostić</i>	349
Primena stratejskih informacionih sistema <i>Vladimir Mitrović, Ivana Mitrović</i>	356
■ S11 ISTORIJA OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA	357
Nekoliko fragmenata jednog viđenja prvih četrdeset godina SYMOPISA <i>Vlastimir Matejić</i>	359
Operaciona istraživanja u saobraćaju: Moj pogled <i>Dušan Teodorović</i>	363
Polu stoleća primena metoda operacionih istraživanja u srpskom rudarskom inženjerstvu <i>Slobodan Vujić</i>	369
Prilog istoriji optimizacije <i>Serafim Opricović</i>	374
Vlastimir M. Ivanović – prvi srpski operacioni istraživač <i>Spasoje Mučibabić, Milan Martić, Obrad Čabarkapa, Dragan Ćirković, Radoslav Đukić</i>	380
Doprinos profesora Jovana Petrića razvoju SIM-OP-IS-a <i>Jovo Vuleta, Spasoje Mučibabić, Nenad Mladenović, Milan Martić</i>	387
"Primene operacionih istraživanja u odbrani" na SYM-OP-IS-u <i>Mitar Kovač, Dalibor Petrović, Ivica Mladenović</i>	391
Zastupljenost primene operacionih istraživanja iz Vojske na SYMOPISIMA <i>Spasoje Mučibabić, Obrad Čabarkapa, Dane Subošić, Ivica Mladenović, Zoran Mačak</i>	396
Učešće Ministarstva odbrane i Vojske u organizaciji SYMOPISA <i>Obrad Čabarkapa, Dalibor Petrović, Zoran Mačak</i>	401
Istaknuti operacioni istraživači iz redova Vojske <i>Obrad Čabarkapa, Radojka Mičović, Marina Dunjić</i>	406
Primena operacionih istraživanja u logistici odbrane <i>Marko Andrejić, Srđan Ljubojević, Marjan Milenković</i>	412
■ S12 ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ	417
R&D Sector Performance and Efficiency at the Sub-National Level in the European Union: A Non-Parametric Approach <i>Aleksander Aristovnik</i>	419
Uspostavljanje sistema evaluacije u nauci i inovacijama u Jugoistočnoj Evropi <i>Dijana Šrbac, Lazar Živković, Đuro Kutlača, Dušica Semenčenko, Marija Mosurović Ružičić</i>	425
U korak sa evropom 2020 - primena strategije Smart Specialisation <i>Lazar Živković, Dijana Šrbac, Đuro Kutlača, Dušica Semenčenko, Marija Mosurović Ružičić</i>	431
Implementation of Open Access Software Matching Procedures in Estimating the Causal Effects for Employment Program <i>Laura Južnik Rotar</i>	437
Advantages and Challenges of Tablet PCs Usage <i>Svetlana Čičević, Slobodan Mitrović, Milkica Nešić</i>	443
■ S13 ISTRAŽIVANJE PODATAKA – DATA MINING	449
Sistem meta-učenja za klasterovanje podataka o ekspresiji gena <i>Sandro Radovanović, Milan Vukičević, Boris Delibašić, Milija Suknović</i>	451
Otkrivanje zakonitosti u podacima vezanih za uspeh studiranja <i>Sonja Išlamović, Srđan Lalić</i>	457
Primena analize društvenih mreža u modelovanju poslovnih procesa sa kolaborativnom podrškom <i>Nenad Mirkov, Ivana Ćirić, Miodrag Peranović</i>	463
Primena Data Mining-a u upravljanju odnosima sa potrošačima <i>Višnja Istrat, Srđan Lalić</i>	469
Problem nedostajućih podataka u istraživanju podataka <i>Jasna Soldić-Aleksić</i>	474
■ S14 LOGISTIKA	481
Strategija brzog odgovora u lancu snabdevanja- suština i značaj <i>Slobodan Aćimović, Veljko Mijušković, Dušan Marković</i>	483

Strategija efikasnog odgovora potrošaču kao alat upravljanja lancem snabdevanja <i>Slobodan Aćimović, Veljko Mijušković, Dušan Marković</i>	487
Distributivna mreža luka Srbije <i>Boris Radovanov, Aleksandra Marcikić</i>	492
Analysis of AGV Fleet Sizing and Operations at Port Container Terminal by DEA <i>Danijela Pječević, Miloš Nikolić, Ivana Vukičević, Katarina Vukadinović, Branka Dimitrijević</i>	497
Analiza kvaliteta špediterskih usluga primenom SERVQUAL modela <i>Milorad Kilibarda, Milan Andrejić</i>	503
Rešavanje problema putujućeg servisera sa vremenskim prozorima primenom genetskog algoritma <i>Nenad Bjelić, Milorad Vidović, Dražen Popović, Branislava Ratković</i>	509
Vrednovanje koncepcija regionalne logistike <i>Snežana Tadić, Slobodan Zečević, Mladen Krstić</i>	515
■ S15 MATEMATIČKO PROGRAMIRANJE	521
Optimizaciono-simulacioni pristup stohastičkom linearnom programiranju <i>Mirko Vujošević, Stefan Marković</i>	523
■ S16 MEKO RAČUNARSTVO – SOFT COMPUTING	529
Upravljanje biljnim otpadom u prisustvu neizvesne tražnje <i>Danijela Tadić, Jovana Kostić, Marija Zahar Đorđević</i>	530
Optimizacija rada ekspres i kurirske službe <i>Jelena Milutinović</i>	534
On Fuzzy Multiple Objective Mixed Binary Fractional Programming Problem <i>Bogdana Stanojević, Milan Stanojević</i>	540
Primena neuronskih mreža na direktni marketing <i>Marjana Bakajac, Jovana Kostić, Ivana Dragović</i>	545
Postupak istraživanja prirodnih pojava <i>Vukašin Masnikosa</i>	551
Grafički prikaz logičkih bulovski konzistentnih realno-vrednosnih relacija <i>Dragan Radojević</i>	557
■ S17 MENADŽMENT	563
Multimetodološka perspektiva upravljanja problemskim situacijama <i>Slavica P. Petrović</i>	565
Proportion of a Collaborative Publications as an Ultimate Indicator of Leiden 2013 World Best Universities Rankings <i>Veljko Jeremić, Nikola Zornić, Marina Jovanović Milenković, Aleksandar Marković, Zoran Radojičić</i>	571
Metod koučinga u radnim oganizacijama <i>Elisaveta Sardžoska</i>	577
Analysis Parameters of Business of IHP Prva Petoletka in Restructuring - Proposed Measures to Save the System <i>Ljiljana Pecić</i>	581
Analiza efikasnosti skijaških centara Srbije primenom DEA metode <i>Zoran Rakicević, Iva Ivkić, Gordana Savić</i>	587
Jedan pristup ocene radnih strategija <i>Mališa Žižović, Vesna Ružičić, Nada Damljanović, Dragan Đurčić</i>	593
Portfolio matrica za analizu vozača u transportnim jedinicama Vojske Srbije <i>Vesko Lukovac, Boban Đorović, Dragan Pamučar, Ljubislav Vasin</i>	597
Savremeni menadžment u funkciji globalnog poslovanja <i>Milenko Macura</i>	603
Transfer znanja u fazi zatvaranja projekta <i>Miloš Arsić, Siniša Arsić</i>	609
Integrisane komunikacije u ostvarivanju misije Vojske Srbije <i>Goran Nenadović, Miroslav Mitrović</i>	614
Procena stepena realizacije ciljeva organizacije <i>Milan Kankaraš, Srdjan Dimić, Sreten Cvetković</i>	620
Emocionalna inteligencija u uslužnom i proizvodnom sektoru <i>Elisaveta Sardžoska, Violeta Arnaudova</i>	626
Višekriterijumsko rangiranje metodom ocenjivanja <i>Otilija Sedlak, Ivana Ćirić</i>	630
Kombinovano korišćenje sistemskih metodologija - kritički prilaz upravljanju problemskim situacijama <i>Dejana Zlatanović</i>	636
Emocionalno inteligentni lideri <i>Ranko Lojić, Vladimir Ristić, Dejan Indić</i>	642
Optimisation of Customer Communications Activities through Direct Marketing Based on Data Bases At B2B Market <i>Milena Popin</i>	647
Merenje marketing performansi i finansijska efikasnost <i>Milan Okanović, Miloš Milosavljević, Slavica Cicvarić Kostić</i>	648

Održiva cena stambene izgradnje u Novom Sadu <i>Dragoljub Tica, Miloš Tica</i>	649
Projektovanje organizacione strukture na osnovama savremenih informacionih tehnologija <i>Milenko Macura</i>	653
Zaključivanje prodaje kao pokazatelj uspešnosti lične prodaje <i>Dalibor Bubnjević</i>	654
■ S18 PREDVIĐANJE I PLANIRANJE	655
Univarijacioni modeli predviđanja tražnje za zdravstvenim uslugama <i>Aleksandra Marčikić, Boris Radovanov</i>	657
Korišćenje neuronskih mreža za predviđanje pravca kretanja indeksa na finansijskom tržištu <i>Jovana Kovačević, Marina Jeremić, Ivana Dragović, Aleksandar Rakičević</i>	663
Strategije jačanja odnosa sa kupcima u elektronskim kanalima marketinga <i>Jelena Končar</i>	669
Ocena performansi tehnologije u preduzeću „Telekom Srbija“ <i>Jasna Petković, Marija Đorđević, Jovana Kojić</i>	675
■ S19 PRIMENE OI U ODBRANI	677
Analitički hijerarhijski proces kao podrška procesu vrednovanja lokacije za skelsko mesto prelaza <i>Darko Božanić, Dragan Pamučar, Boban Đorović</i>	679
Izbor strategije razvoja multimodalnog transporta u Vojsci Srbije primenom A'WOT metode <i>Srdan Dimić, Srdan Ljubojević, Milan Kankaraš</i>	685
Optimizacija parametara lansirnog katapulta bespilotne letelice, program "Katapult" <i>Kosta Velimirović, Nemanja Velimirović</i>	691
Model planiranja razvoja sistema odbrane sa posebnim osvrtom na određivanje prioriteta <i>Dejan Stojković, Saša Joksimović, Blažo Radović</i>	697
Mogućnost primene DEA metode u analizi efikasnosti poslovanja u sistemu održavanja Vojske Srbije <i>Dejan Nikolić, Marjan Milenković, Vladimir Kostur</i>	702
Primena analitičkog hijerarhijskog procesa u određivanju značaja faktora za utvrđivanje rizika u misijama Vojske i u svakodnevnim aktivnostima <i>Hajradin Radončić, Rade Slavković, Mile Jelić</i>	708
Integralni model merenja performansi organizacionih sistema u proizvodnoj logistici <i>Veljko Petrović, Branka Luković</i>	712
Determinističko modeliranje kvaliteta vatrene moći vazduhoplova naoružanog VBR lanserima nevođenih raketa <i>Dalibor Petrović, Momčilo Milinović, Mitar Kovač, Olivera Jeremić</i>	718
Matematičko modelovanje očekivanja broja neuništenih jedinica u borbenim operacijama <i>Samed Karović, Boban Pavlović, Stojadin Manojlović</i>	724
Cena vojne operacije kao značajan faktor uspeha operacije <i>Spasoje Mučibabić, Katarina Živković, Ksenija Kelemenis, Miloš Živković, Zoran Obradović</i>	730
Mogući pristup odlučivanju u odbrani po metodi O ³ zasnovanoj na znanju i savremenim informacionim tehnologijama <i>Spasoje Mučibabić, Dušan Veličkovski, Jelka Begović, Stevo Parojčić, Ignjat Jurišić</i>	736
■ S20 RUDARSTVO I GEOLOGIJA	743
Izbor rekultivacionog rešenja površinskog kopa Klenovnik višeatributnom analizom: modelski pristup kod izbora <i>Slobodan Vujić, Bojan Dimitrijević, Jovica Nikolić, Dragan Milošević, Nenad Makar, Simeun Marjanac</i>	745
Izbor rekultivacionog rešenja površinskog kopa Klenovnik višeatributnom analizom: rešenje rekultivacije i uređenja predela <i>Jovica Nikolić, Dragan Milošević, Nenad Makar, Simeun Marjanac, Violeta Čolaković, Vladan Čanović</i>	748
Faze formiranja grafičke dokumentacije rudnika sa površinskom eksploatacijom <i>Aleksandar Milutinović, Aleksandar Ganić, Igor Miljanović</i>	751
Predlog novog koncepta za algoritamski pristup upravljanju rizicima u površinskoj eksploataciji <i>Igor Miljanović, Aleksandar Milutinović, Snežana Kirin, Grozdana Gajić</i>	757
Vrednosni aspekt razlaganja proizvodnje u integrisanom privrednom društvu „Kolubare“ i „Tent“ <i>Svetomir Maksimović, Igor Miljanović, Ivana Živojinović, Miljanović</i>	762
Savremene metode i pristupi upravljanju rizikom u rudarstvu <i>Snežana Kirin, Aleksandar Milutinović</i>	768
■ S21 SAOBRAĆAJ, TRANSPORT I KOMUNIKACIJE	773
Procena emisije CO ₂ iz drumskog saobraćaja u Republici Srbiji <i>Dalibor Marinković, Zoran Popović, Miroslav Stanković, Daliborka Nikolić-Paunić</i>	775
Proračun snage motornih potiskivača primenom skupa neuronskih mreža <i>Aleksandar Radonjić, Katarina Vukadinović, Vladeta Čolić</i>	781
Primena optimizacije kolonijom pčela u rešavanju problema dodeljivanja parking pozicija avionima <i>Jovana Kuljanin, Ivana Vukičević</i>	787
Raspoređivanje plovnih dizalica na unutrašnjim plovnim putevima: tehnika simuliranog kaljenja <i>Dragana Drenovac, Ranko Nedeljković, Katarina Vukadinović</i>	793
Projektovanje mreže linija javnog gradskog prevoza primenom optimizacije kolonijom pčela <i>Miloš Nikolić, Dušan Teodorović</i>	799

Rešavanje p-hab lokacijskog problema primenom optimizacije kolonijom pčela <i>Milica Šelmić, Ivana Vukićević, Dušan Teodorović</i>	805
Transport u lancima snabdevanja sa primenom u sotveru AIMMS <i>Jasenska Đikanović, Mirko Vujošević</i>	810
■ S22 SIMULACIJA	811
Simulacija pretovarnih aktivnosti na platformi vazduhoplovnog pristaništa <i>Bojan Marković, Milorad Stanojević, Marko Đogatović</i>	813
■ S23 STATISTIČKI MODELI	819
Preferencije studenata prema nastavi na engleskom jeziku <i>Maja Vagić, Marija Kuzmanović, Milena Popović</i>	821
Upravljanje repozitorijumima dokumenata primenom statističkih metoda <i>Dejan Milenković, Marina Jovanović Milenković</i>	826
Sintetičko mjerenje kvaliteta života <i>Rajko Tomaš</i>	833
Koreliranost cikličnih kretanja razvijenih tržišta kapitala i tržišta kapitala u nastajanju <i>Aida Brkan-Vejzović, Zanin Vejzović</i>	839
Statistička analiza performansi fudbalskih timova <i>Milan Radojičić, Nemanja Milenković, Selena Totić, Aleksandar Bijelić, Aleksandar Đoković</i>	845
Statistical Process Control in Wine Industry Using Control Cards <i>Evica Dimitrieva, Tatjana Atanasova-Pachemska, Sanja Pacemska</i>	851
Uticaj pola i starosti na pojavu dehiscencije laparotomije <i>Milorad Eskić, Milorad Paunović</i>	857
■ S24 STOHAŠTIČKI MODELI I VREMENSKE SERIJE	861
Braunovo kretanje i jednačina provođenja toplote <i>Tijana Levajković, Jelena Stanojević</i>	863
O jednoj primeni entropije u teoriji logičkih sistema <i>Marija Boričić</i>	868
■ S25 UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM I ZALIHAMA	871
Model automatizacije sistema poručivanja u maloprodaji <i>Goran Avlijaš, Ana Simićević, Radoslav Avlijaš</i>	873
■ S26 UPRAVLJANJE RIZIKOM	875
The Many Faces of Worst-Case Analysis <i>Moshe Sniedovich</i>	877
Metodološki okvir za procenu rizika u vanrednim situacijama <i>Nenad Komazec, Suzana Savić, Miomir Stanković</i>	883
Tražnja za proizvodima osiguranja u uslovima asimetrične informisanosti <i>Jelena Kočović, Dejan Trifunović, Marija Jovović</i>	889
■ S27 VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA I OPTIMIZACIJA	895
Rangiranje banaka evaluacijom kvaliteta usluga: kombinovani pristup faktorske analize i analitičkog mrežnog procesa <i>Predrag Mimović, Jelena Stanković</i>	897
Educational Performance Efficiency of OECD Countries: PISA Lifelong Learning Indicators <i>Marina Dobrota, Veljko Jeremić, Milan Martić</i>	903
Fazi AHP pristup za selekciju dobavljača: studija slučaja za telekomunikacionu kompaniju <i>Ksenija Mandić, Boris Delibašić, Robert Leskovic, Alenka Baggia</i>	909
Matematički model ekonomski optimalnog plana ishrane za doručak profesionalnih pripadnika Vojske Srbije <i>Branko Tešanović, Saša Jović</i>	915
Kvantitativna analiza performansi osiguravajućih kompanija u Srbiji <i>Marija Stepić, Marija Stošić, Gordana Savić, Milica Bulajić, Veljko Jeremić</i>	921
Neki aspekti uvođenja ograničenja za raspored aktivnosti na projektu sa više izvođača radova <i>Omer Kurtanović, Nenad Nikolić</i>	927
Utvrđivanje visine knjigovodstvenog blagajničkog maksimuma u jedinicama vojske Srbije korišćenjem višekriterijumske optimizacije <i>Ivan Milojević, Milan Mihajlović, Slobodan Andžić</i>	933
Raspoređivanje pedijatrijskih sestara primenom ciljnog programiranja <i>Nebojša Nikolić, Dragana Makajić-Nikolić, Ružica Nikolić, Minja Marinović</i>	939
Primena višekriterijumske optimizacije za optimalno lociranje SVC uređaja u distributivnoj mreži sa obnovljivim izvorima energije <i>Aleksandar Savić</i>	945
Primena višekriterijumske optimizacije na stambenu izgradnju u Novom Sadu <i>Dragoljub Tica, Miloš Tica</i>	951
INDEKS AUTORA	953



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Ekologija



EKOLOŠKA SVEST VS PONAŠANJE POTROŠAČA: PREGLED LITERATURE

CONSUMERS' ENVIRONMENTAL CONSCIOUSNESS VS BEHAVIOUR: A LITERATURE REVIEW

MARINA UČEK, MILENA POPOVIĆ, MARIJA KUZMANOVIĆ, NATAŠA PETROVIĆ

Fakultet organizacionih nauka, Beograd, marina.ucek@yahoo.com

Rezime: Cilj rada je da se prikaže pregled različitih pristupa koji ukazuju na postojanje nedoslednosti između svesti i ponašanja potrošača u domenu ekologije. Proučavane su ekološke kupovne odluke potrošača i analiziran je značaj ekološkog pakovanja u prisustvu drugih atributa proizvoda. Odgovornosti pojedinaca i kompanija po pitanju zaštite i poboljšanja životne sredine podjednako su važne. Bilo da su u ulozi potrošača ili u ulozi kompanija, cilj je obezbediti kvalitetno životno okruženje, preuzimanjem aktivne uloge u ekološkim akcijama.

Cljučne reči: Ekološka svest, ekološko ponašanje, ekološki proizvod.

Abstract: This paper aims to provide an overview of different approaches that indicate the existence of inconsistencies between consumers' consciousness and behaviour in the field of ecology. Consumers' environmental purchasing decisions are studied and the importance of environmental packaging in the presence of other relevant attributes of a product is analyzed. Responsibilities of individuals and companies to protect and improve the environment are equally important. Whether they are consumers or companies, the aim is to provide a quality living environment by taking an active part in environmental actions.

Keywords: Environmental consciousness, environmentally friendly behaviour, eco-friendly product.

1. UVOD

S obzirom na ozbiljne ekološke probleme sa kojima se svet danas suočava, došlo je do znatnog porasta interesovanja za ekološka i etička pitanja vezana za ponašanje potrošača. Briga o životnoj sredini je u tesnoj vezi sa ponašanjem potrošača, jer se pretpostavlja da potrošači u izvesnoj meri preuzimaju aktivnu ulogu u rešavanju ekoloških problema upravo recikliranjem i biranjem ekoloških proizvoda, ali i samim načinom, odnosno stilom života (Thogersen 1999).

Sprovedene su brojne studije sa ciljem ispitivanja različitih aspekata društveno odgovorne potrošnje tzv. "zelene potrošnje", kao i etičke svesti u celini, na osnovu kojih je utvrđeno da potrošači u velikoj meri cene ekološke proizvode (Moisander 2007, Fraj and Martinez 2007, Shaw *et al.* 2005, De Pelsmacker *et al.* 2005). Međutim, ponašanje potrošača u svakodnevnoj kupovini najčešće je u suprotnosti sa ovim saznanjem (Moisander 2007, Thogersen 2004). Istraživanja su motivisana upravo činjenicom da iako potrošači obično imaju pozitivan stav prema prirodi, njihovo ponašanje pri kupovini nije uvek konzistentno sa njihovom svešću. Oni ne kupuju ekološke proizvode u društveno poželjnoj meri. Ovaj fenomen je potrebno bolje razumeti, kako bi se pomoglo ekspertima u primeni efektivnijeg marketing miksa, pri čemu će i interes prirode biti uzet u obzir.

Cilj rada je da se ukaže na postojanje nedoslednosti između svesti i ponašanja potrošača u domenu ekologije, kao i njenog značajnog uticaja na životnu sredinu. Bilo da su u ulozi potrošača ili u ulozi kompanija, cilj je pomoći ljudima da obezbede kvalitetnije životno okruženje, tako što će preuzeti aktivnu ulogu u ekološkim akcijama.

Rad je organizovan na sledeći način: u drugom poglavlju su definisani pojmovi ekološkog ponašanja i svesti, kao i njihove komponente. U trećem poglavlju je opisan proces donošenja ekoloških kupovnih odluka, predstavljen je problem i navedeni su uzroci nedoslednosti između svesti i ponašanja potrošača u konkretnim situacijama izbora ekološkog proizvoda. U poslednjem poglavlju su data zaključna razmatranja.

2. EKOLOŠKI PROBLEM, SVEST I PONAŠANJE

Definisanje ekološkog ponašanja potrošača i nije tako precizno i nedvosmisleno kao što se čini, što u osnovi podrazumeva da se može naći i više tumačenja ekološkog ponašanja. Jedno od tumačenja sadrži one definicije koje razmatraju tzv. “zeleno ponašanje” u svojoj složenosti, tako da one mogu dati široku sliku ponašanja potrošača. Sa druge strane, mogu se naći definicije koje se fokusiraju uglavnom na jednu dimenziju ponašanja, u koju spadaju tipične kupovne namere i spremnost da se plati za “zeleni proizvod”.

Stern (2000) je definisao ekološki značajno ponašanje kroz dva pristupa. Prvi pristup naglašava uticaj ponašanja kao obim u kojem ono menja dostupnost materijala ili energije iz okruženja, strukturu i dinamiku ekosistema. Ovo ponašanje se može ispoljiti na direktan i indirektan način. Primer za direktno ispoljavanje ovakvog ponašanja je osoba koja ređe koristi automobil za prevoz i zahvaljujući tome doprinosi smanjenju zagađenja životne sredine. Primer indirektnog ispoljavanja ekološkog ponašanja je glasanje za uvođenje novih ekoloških taksi, usled čega bi se vidno smanjila zagađenjenost životne sredine. Ovakav pristup zasnovan na uticaju ne uzima u obzir nameru, koja stoji iza ovakvog ponašanja. Drugi pristup, koji je orijentisan prema nameri, ekološki značajno ponašanje definiše sa stanovišta izvršioca, kao ponašanje koje se preduzima sa namerom da se dođe do promena u korist životne sredine (Stern 2000). Ovaj pristup se fokusira na motivaciju koja se nalazi u pozadini ponašanja, nezavisno od rezultata i efikasnosti ponašanja. Sa ove tačke gledišta, ponašanje se procenjuje na osnovu namere koja je dovela do njega, pa je u fokusu ispitivanje stavova. Ova dva pristupa su delimično međusobno povezana, jer ukoliko se ne veruje u pozitivan uticaj sopstvenog ponašanja na rešavanje ekološkog problema, onda će i namera za ispoljavanje takvog ponašanja biti manjeg intenziteta.

Stern (2000) je napravio razliku između četiri različita ekološki značajna oblika ponašanja. To su: ekološki aktivizam, neaktivističko ponašanje u javnoj sferi, privatni odnos prema životnoj sredini i druga ekološki značajna ponašanja, kao što su odluke zaposlenog na radnom mestu, koje takođe utiču na stanje životne sredine. Ekološki aktivizam znači članstvo i aktivno učešće u tzv. “zelenim organizacijama”. Neaktivističko ponašanje pokriva peticije o ekološkim pitanjima i podršku javnoj politici, koja se tiče ekoloških akata ili viših ekoloških taksi. Privatno ponašanje se sastoji od ponašanja pri kupovini, životnog stila, odlaganja otpada, održavanja opreme u domaćinstvu itd. Kao što se može videti, ponašanje pri kupovini je samo jedan aspekt složenog ekološkog ponašanja.

Većina studija, koje se bave ekološkim ponašanjem potrošača, pokušava da identifikuje i okarakteriše tzv. “zelene potrošače” povezujući različite demografske i psihografske promenljive sa onim potrošačima, koji pokazuju ekološki svesno ponašanje pri kupovini. Grupe potrošača se kreću u rasponu od istinski zelenih (*true blue greens*) do apatičnih ili baznih braon (*apathetics or basic browns*). Kriterijumi po kojima se ispitanici smeštaju u određenu grupu su: zabrinutost za životnu sredinu, posvećenost ekološkim problemima i spremnost da se plati za zeleni proizvod. Istinski zeleni potrošači su, na primer, ekološki lideri i aktivisti, pri čemu najčešće funkcionišu u skladu sa svojom zabrinutošću za životnu sredinu. Apatični potrošači nisu dovoljno zabrinuti za životnu sredinu da bi preuzeli akcije i veruju da je ispravno biti ekološki ravnodušan.

2.1. Psihografske promenljive kao komponente ekološke svesti i pokazatelji ekološkog ponašanja

Kroz brojna istraživanja sprovedena u periodu od 70-tih do 90-tih godina dvadesetog veka, identifikovani su demografski obrasci u vezi sa ekološkim ponašanjem, ali su veoma često dobijeni rezultati bili kontraverzni. Obično su se ispitanici ženskog roda, sa viši stepenom obrazovanja i višim prihodima, ponašali na povoljan način, ali za godine i bračno stanje se pokazalo da su osrednji ili slabi pokazatelji zelenog ponašanja. Iz ovog razloga, istakle su se nedemografske promenljive: vrednosti, znanje o ekologiji, stav, opažena efektivnost potrošača, politička orijentacija itd. Majlath (2008) je iz reda psihografskih promenljivih izabrala one promenljive koje su odigrale najznačajniju i najmanje dvosmislenu ulogu u formiranju ekološkog ponašanja, a to su: ekološki pogled na svet kao mera vrednosti, znanja o ekologiji, stav prema ekološkom ponašanju, opažena efektivnost potrošača i opažen značaj ekoloških problema.

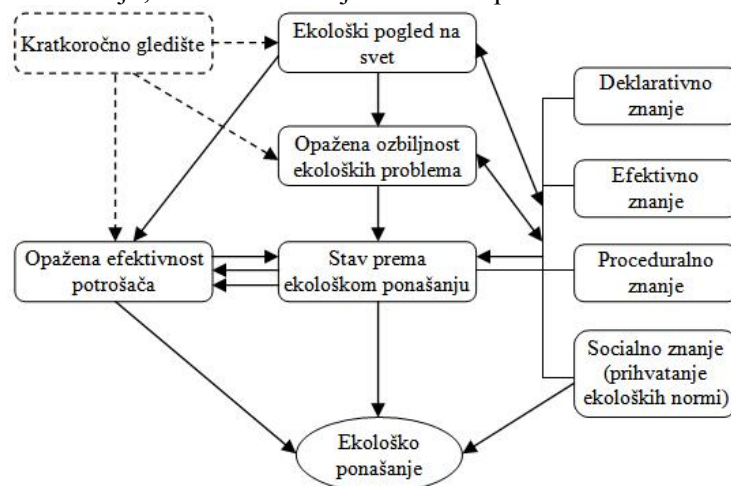
Ekološke vrednosti igraju glavnu ulogu i u modelima drugih autora (Stern 2000). Ekološki pogled na svet se sastoji od vrednosti povezanih sa prirodom i odnosom između čoveka i prirode. Dunlap *et.al.* (2000) su razvili pouzdanu skalu za merenje ekološkog pogleda na svet, pod nazivom “Novi ekološki obrazac - NEP” (*New Environmental/Ecological Paradigm*). Stavljane tzv. “zelene teorije” u praksu se može usporediti opaženom neugodnošću ekološkog ponašanja i nedostatak pritiska ekoloških normi. Tokom socijalizacije se, ne uvek svesno, formira odnos prema prirodi. Prihvatanje ekoloških normi može biti potpomognuto malim zajednicama, kao što su porodica i kolege. Naravno, umesto spoljnog pritiska normi, potrebno je

ekološke norme usaditi kao deo prirode, učenjem ili nesvesnim apsorbovanjem, kako bi se napravila stabilna pozadina ekološkog ponašanja.

Racionalno i planirano ponašanje zahteva znanja o ekologiji, a ljudi, koji prevashodno teže materijalnoj i ekonomskoj koristi, veruju da je znanje najvažnija promenljiva u predviđanju nečijeg ponašanja. Istraživači iz oblasti marketinga i psihologije su pokazali da postoji mnoštvo primera u kojima je znanje imalo uticaja na ponašanje, ali taj uticaj skoro nikada nije bio direktan. Majlath (2008) je oslanjajući se na rad istraživača Kaiser i Fuhrer (2003) koristila termine deklarativnog, proceduralnog i efektivnog znanja, kao vrste znanja o ekologiji. Razumevanje funkcionisanja ekološkog sistema se označava kao deklarativno znanje. Proceduralno znanje se bavi time kako postići određeni cilj očuvanja, a efektivno znanje je znanje o relativnom održanju efektivnosti različitih ponašanja. Iako su Kaiser i Fuhrer (2003) definisali socijalno znanje kao četvrtu vrstu znanja, ono se ipak mnogo više odnosi na socijalne i moralne vrednosti, nego na činjenično znanje. Ustanovljeno je da ove vrste znanja moraju delovati na isti način u cilju formiranja ekološkog ponašanja. Međutim, Majlath (2008) ne neglašava međusobnu vezu između različitih vrsta znanja, već pretpostavlja da funkcija ekološkog pogleda na svet nije samo nivo znanja, već i informacije koje, delimično i nesvesno, svakodnevno prikupljamo, jer one mogu formirati našu naklonost prema prirodi. Dakle, nova informacija može uticati na naš pogled na svet. Ona je u svom istraživanju došla do zaključka da nivo znanja o ekologiji nije presudan za ekološko tj. neekološko ponašanje, čime se otvaraju vrata metodama neracionalnog uticaja na ponašanje. To znači da racionalni argumenti i samo znanje o ekološkim procesima ne može da izazove zeleno ponašanje. Znanje i ekološki pogled na svet određuju koliko ozbiljno ljudi doživljavaju probleme životne sredine i koliko su pogođeni njima u isto vreme.

Stav, u obliku osećanja i mišljenja, usko je povezan sa namerom ponašanja i sa samim ponašanjem. Ova veza je dobro istražena u oblasti marketinga, tako da nije iznenađenje da je stav prema životnoj sredini snažan pokazatelj ekološkog ponašanja i namere u većini studija (Ellen *et.al.* 1991). Stav se može odnositi na ekološko ponašanje ili na samu životnu sredinu. Prioritet se daje merenju ekološkog ponašanja, koje je konkretnije i koje nema preklapanja sa ekološkim pogledom na svet na teorijskom nivou. Ipak, u različitim studijama se jačina povezanosti između ekoloških stavova kreće u opsegu od umerene do nepostojeće.

Nekoliko istraživača je proučavalo opaženu efektivnost potrošača, kao značajno sredstvo predviđanja ekološkog ponašanja (Ellen *et.al.* 1991). Opažena efektivnost potrošača se često dovodi u vezu sa stavom, ali u skorašnjim istraživanjima ova dva pojma imaju drugačiju konotaciju. Opažena efektivnost potrošača ima izuzetnu ulogu u formiranju i ponašanja i svesti. Marketing menadžeri bi trebalo više da naglase relativnu ulogu pojedinca kako u uzrokovanju, tako i u rešavanju ekoloških problema.



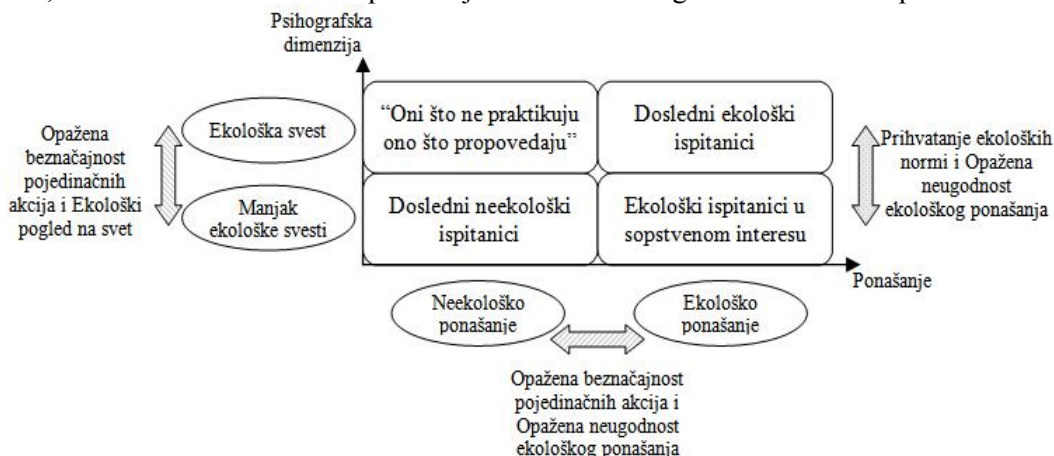
Slika 1: Psihografske promenljive i njihovi pretpostavljeni odnosi (Majlath 2008)

2.2. Matrica ekološke svesti i ekološkog ponašanja

Praktično gledano, kada trgovci žele da povećaju svoj tržišni udeo, oni moraju naći način na koji će instrumente ubeđivanja prilagoditi motivaciji potencijalnih potrošača. Međutim, mora se uzeti u obzir da se nekoliko elemenata ekološkog ponašanja može dvosmisleno shvatiti, u smislu da ponašanje nije preduzeto u interesu prirode, već iz nekog drugog razloga. Čak i uslučaju selektivnog odlaganja otpada, motivacija mogu biti niže takse za sakupljanje smeća. Zato je u identifikovanju ekološkog ponašanja bilo bitno da se upoznamo i sa pristupom zasnovanim na uticaju i sa pristupom orijentisanim prema nameri (Stern 2000).

Ekološko ponašanje se može dogoditi kao rezultat drugih motivatora (npr. iz finansijskih razloga ili kao ukorenjena rutina u procesu socijalizacije). Na osnovu toga se može zaključiti da ekološko ponašanje ne mora

biti samo svesno, već može biti i nesvesno. Majlath (2008) je izvršila kategorizaciju potrošača na osnovu njihovog ponašanja i ekološke svesti i definisala osnovne karakteristike doslednih i nedoslednih potrošačkih grupa. Razlika je bitna, jer oni zahtevaju različitu marketing strategiju. Međutim, mora postojati svest da samo dosledno, odnosno svesno ekološko ponašanje može služiti dugoročnom interesu prirode i društva.



Slika 2: Glavne promenljive razlikovanja grupa potrošača (Majlath 2008)

3. EKOLOŠKO PONAŠANJE POTROŠAČA PRILIKOM KUPOVINE

Smatra se da zeleni potrošači donose tzv. “zelene odluke” u kupovini na osnovu dve kupovne karakteristike: stepena kompromisa potrebnog za kupovinu zelenog proizvoda i stepena poverenja u određeni zeleni proizvod da ima korist za životnu sredinu tj. opažene efektivnosti potrošača (Peattie 2001). Ako potrošač ne veruje da će njegova tzv. “zelen kupovina” imati značajan uticaj, malo je verovatno da će pokazati sklonost prema zelenim proizvodima. Ovo saznanje bi trebalo da bude razmatrano od strane kompanija prilikom razvijanja marketinških strategija za eko-označene, sertifikovane proizvode, jer je neophodno da potrošači imaju poverenja da će njihove aktivnosti doprineti očuvanju životne sredine, kako bi bili voljni da plate za ekološki proizvod.

Kod ekoloških proizvoda postoji informaciona asimetrija između prodavca i kupca, što često dovodi do zabune kod potrošača u pogledu kvaliteta proizvoda ponuđenih na tržištu. Često su karakteristike zelenih proizvoda kvaliteta u koje treba verovati, kvaliteta koje potrošač ne može da oceni pre kupovine, već ih može doživeti samo nakon kupovine (Karstens and Belz 2006). Ovo podstiče zelene potrošače da tragaju za zelenim kupovinama, koje maksimiziraju njihov stepen poverenja (Peattie 2001). Neki tvrde da zeleni potrošači sa ponosom obavljaju zelene kupovine i da će to verovatnije činiti, ako to osim njih samih vide i drugi. Međutim, rezultati istraživanja ukazuju na suprotno, sugerišući da je manja verovatnoća da će proizvodi sa višom cenom i velikom vidljivošću biti kupljeni (Thompson *et al.* 2010).

3.1. Nedoslednost između svesti i ponašanja potrošača

U tradiciji ekonomske i kognitivne psihologije se pretpostavlja da je ponašanje potrošača racionalno, u smislu da se potrošači ponašaju u skladu sa svojim sklonostima i uverenjima. Većina empirijskih studija o ekološkom i etičkom ponašanju potrošača su zasnovane na ovim pretpostavkama i primenjuju različite varijacije modela, koji povezuju svest sa ponašanjem, kao što su Teorija razumnog delovanja (Ajzen and Fishbein 1980) i Teorija planiranog ponašanja (Ajzen 1985). Ovi modeli su jasno pokazali da se pomoću svesti može predvideti ponašanje ili namera, ali je veza između svesti i ponašanja mnogo slabija nego što je bilo za očekivati (Ajzen and Fishbein 1980). Prošireni modeli su poboljšali predvidljivost osnovnih modela, ali neznatno (Shaw *et al.* 2005). Ajzen (2001) je unapredio Teoriju planiranog ponašanja, po kojoj se ljudi ponašaju u skladu sa svojim namerama. Ove namere su određene međusobnom interakcijom: nečijeg stava prema ponašanju, subjektivnih normi i sopstvene opažene kontrole nad ponašanjem. Ajzen (2001) je ukazao i da su čvrsti stavovi stabilni tokom vremena, da se teško menjaju i da je malo verovatno da će se promeniti pod uticajem situacionih faktora. Prema ovoj teoriji, stavovi se mogu koristiti za predviđanje ponašanja.

Međutim, istraživanja pokazuju da potrošači imaju veliku sklonost ka etičkim i ekološkim proizvodima, ali je doslednost između svesti i ponašanja potrošača prilično mala. Nedoslednost je otkrivena ne samo između opštijih ekoloških stavova i konkretnih ponašanja, već i između konkretnih ekoloških stavova i odgovarajućih namera ponašanja (Moisander 2007, Thøgersen 1999).

Postoje dokazi da je malo verovatno da će se značaj ekoloških pitanja za potrošača osetiti i u domenima ekološki relevantnog ponašanja, kao što su reciklaža, dnevne migracije i ušteda energije. Umesto toga,

argumenti imaju tendenciju da podrže mišljenje da je korelacija između ponašanja u različitim domenima mala, nepostojeća ili čak negativna (Thogersen 2004). Zbog ovih protivrečnih nalaza, bilo je teško utvrditi da li je ekološka crta proizvoda zaista važan atribut za potrošača.

Postoji relativno mali broj studija o uticaju ekološke orijentacije na realne situacije izbora proizvoda ili brenda. Umesto toga, centralna zavisna promenljiva je obično namera da se kupuje. Studije se često fokusiraju na potrošačev odnos prema ekologiji, ali samo na opštem nivou. To može biti jedan od razloga zašto su tzv. "zeleni stavovi" slabo povezani sa konkretnim ponašanjem (Moisander 2007). Dilema između svesti i ponašanja je takođe objašnjena pomoću motivacione složenosti, koja je prisutna na nivou odlučivanja potrošača. Često se pretpostavlja da potrošači poseduju znatnu količinu znanja o složenim ekološkim ili etičkim pitanjima i njihovim posledicama (Moisander 2007). Prisutna je i tzv. "tendencija slobodnog jahača", kada je individualna korisnost potrošača u suprotnosti sa širim društvenim ciljevima. Ovo bi moglo delimično da objasni raskorak između svesti i ponašanja.

Osim gorepomenutog slobodnog jahača i nedostatka istraživanja na ovu temu, nekoliko drugih razloga su predloženi za krivce nedoslednosti između svesti i ponašanja. To su: vremensko kašnjenje između promene vrednosti i ponašanja, nedostatak potrebne motivacije, mogućnosti za promenu i sposobnosti za promenu, svest o postojanju različitih tipova ponašanja i suprotstavljene sklonosti prema ekološkim i drugim karakteristikama proizvoda (Moisander 2007, Thogersen 2004, Uusitalo 1990). Čak ni najpredaniji ekološki orijentisani potrošači ne biraju proizvode ili usluge samo na osnovu njihovih ekoloških aspekata. Umesto toga, izbor je uvek višeatributivan, gde bi potrošač trebalo da napravi kompromis između različitih atributa proizvoda.

4. KOMPROMIS IZMEĐU SVESTI I PONAŠANJA PRILIKOM IZBORA EKOLOŠKE AMBALAŽE

Prilikom izbora ambalaže, funkcionalne karakteristike pakovanja, kao što su praktičnost korišćenja, dizajn i estetika, uvek su bile u prvom planu. Tek od nedavno su u fokusu ekološke posledice ambalaže i količina otpada iz domaćinstva. Značaj problema otpada ukazuje da bi ekološku crtu ambalaže proizvoda trebalo dodati u modele izbora kod potrošača kao važan atribut proizvoda.

Razlozi zašto potrošači ne biraju ekološku ambalažu, uprkos povoljnim stavovima, uglavnom su isti kao i gorenavedeni za izbor ekoloških proizvoda u celini. Podudarno sa tim, Thogersen (1999) je sugerisao da se moralno rezonovanje u izboru ambalaže proizvoda najčešće javlja kada se uticaj na životnu sredinu doživljava kao značajan i kada ne postoje druge bitne karakteristike (visoka cena) koje su prisutne u određenoj situaciji pri kupovini. Mnogi potrošači ne uspevaju da shvate povezanost svoje kupovne odluke i raznih ekoloških posledica, ukoliko ne postoji informisanje o ekologiji da ih podseti na to. Drugi razlozi su nedostatak ponude opcija ekološkog pakovanja na tržištu i nemogućnost potrošača da razlikuju više i manje ekološki orijentisane ambalaže. Potrošači često podcenjuju uticaj sopstvenog neznatnog doprinosa problemu.

Lične norme povećavaju verovatnoću izbora ekološkog pakovanja (Thogersen 1999). Uusitalo (1990) dodaje da lične norme često zavise od toga koliko su široko prihvaćene u društvu i da li su društvene norme podržane pozitivnim ili negativnim sankcijama. Ako potrošač ima predstavu o tome da većina drugih potrošača izbegava kupovinu flaša koje se ne mogu reciklirati i vrši reciklažu flaša, onda će on verovatno usvojiti takvo isto ponašanje. Štaviše, podsticaji, kao što su tužbe na račun pakovanja koja se ne mogu reciklirati, dodatno će ojačati normu i uticaće na one potrošače koji nisu voljni da sarađuju. Sami povoljni ekološki stavovi neće predvideti ponašanje, ako su društvene norme suviše slabe ili ako ih pojedinci nisu svesni.

Eko-oznake obezbeđuju potrošačima da se uvere da je konkretna ambalaža ekološka, što je i overeno od strane nezavisnog revizora. U cilju komercijalizacije eko-označenih proizvoda u i izvan postojećih niša, potrebno je stvoriti alijanse motiva (*motive alliances*), koje predstavljaju veze usađene u proizvod, nastale usklađivanjem društveno-ekoloških atributa sa osnovnim prednostima proizvoda (funkcionalnost, performanse, dizajn, izdržljivost, ukus, svežina, jedinstvenost, itd.) (Belz 2006). Osim toga, zeleni proizvodi bi trebalo da obezbede neku vrstu svojstvene individualne koristi: efikasnost i isplativost, zdravlje i sigurnost, performanse, simbolizam i status, i praktičnost. Ukoliko ovih pet propozicija potrošačkih vrednosti nisu sadržane u zelenom proizvodu, onda uspešnost programa tzv. "zelenog marketinga", koji se dodaje dizajnu proizvoda ili tržišnoj ponudi, opada (Ottoman *et.al.* 2006). Dokle god potrošači ne mogu da prepoznaju svojstvenu vrednost ekoloških proizvoda, kompanije će se suočavati sa izazovima kreiranja potražnje za svoje proizvode (Ottoman *et.al.* 2006).

U cilju proširivanja razumevanja potrošača o izboru ekološke ambalaže, trebalo bi izučiti konkretne izbore proizvoda sa kojima se potrošači svakodnevno susreću, pri čemu bi trebalo uzeti u obzir značajnost kompromisa, koga oni tom prilikom prave.

5. ZAKLJUČAK

Istraživanja pokazuju da ne postoji jednoglasnost po pitanju ekološki zainteresovanih potrošača i o tome šta oni žele i šta će uraditi. Ipak, najuniverzalnije objašnjenje motivacije, koja se nalazi u osnovi zelenog ponašanja potrošača, je da će se briga za životni sredinu odraziti na ekološki svesno ponašanje potrošača. Umesto fokusiranja na potrošačev odnos prema ekologiji samo na opštem nivou, problem nedoslednosti između svesti i ponašanja potrošača bi trebalo istražiti u realnoj situaciji kupovine proizvoda. Smatra se da je kupovina dnevnih potrošnih dobara obično višeatributivni izbor, zbog čega je potrebno razumeti i istražiti kontekst specifičnih sklonosti u pogledu cene, dizajna proizvoda, kvaliteta i alternativnih proizvođača uključenih u izbor. Različite grupe potrošača imaju znatno drugačiji redosled sklonosti prema atributima u realnoj situaciji izbora, iako su im opšti stavovi prema ekološkom pakovanju podjednako pozitivni.

LITERATURA

- [1] Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: a theory of planned behaviour. In *Action-Control: From Cognition to Behaviour* (ed. by J. Kuhl & J. Beckmann), Springer, Heidelberg, 11-39.
- [2] Ajzen, I. (2001). Nature and operation of attitudes. *Annual Review of Psychology*, 52 (1), 27-58.
- [3] Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding Attitudes and Predicting Social Behaviour*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [4] Belz, M. (2006). Marketing in the 21st Century. *Business Strategy and the Environment*, 15(3), 139-144.
- [5] De Pelsmacker, P., Driesen, L., & Rayp, G. (2005). Do consumers care about ethics? Willingness to pay for fair-trade coffee. *The Journal of Consumer Affairs*, 39 , 363-385.
- [6] Dunlap, R. E., van Liere, K. D., Mertig, A. G., & Jones, R. E. (2000). Measuring endorsement of the new ecological paradigm: a revised NEP scale. *Journal of Social Issues* , 425-442.
- [7] Ellen, S., Weiner, L., & Cobb-Walgren, C. (1991). The role of perceived consumer effectiveness in motivating environmentally conscious behaviours. *Journal of Public Policy and Marketing*, 10(2), 102-117.
- [8] Fraj, E., & Martinez, E. (2007). Ecological consumer behaviour: an empirical analysis. *International Journal of Consumer Studies*, 31 , 26-33.
- [9] Kaiser, F. G., & Fuhrer, U. (2003). Ecological Behaviour's Dependency in Different Forms of Knowledge. *Applied Psychology: an International Review*, 2003, 52 , 598-613.
- [10] Karstens, B., & Belz, M. (2006). Information asymmetries, labels and trust in the German food market: a critical analysis based on the economics of information. *International Journal of Advertising*, 25 (2), 189-211.
- [11] Majlath, M. (2008). *Environmentally Friendly Behaviour: Consistent or Not? Sustainable Consumption*, Academic conference proceedings, (pp. 118-133). Budapest, Hungary.
- [12] Moisander, J. (2007). Motivational complexity of green consumerism. *International Journal of Consumer Studies*, 31, 404-409.
- [13] Ottoman, J.A., Stafford, E.R., & Hartman, C.L. (2006). Avoiding green marketing myopia. *Environment*, 48 (5) , 22-36.
- [14] Peattie, K. (2001). Towards sustainability: the third age of green marketing. *The Marketing Review*, 2(2), 129-146.
- [15] Shaw, D., Grehan, E., Shiu, E., Hassan, L., & Thomson, J. (2005). An exploration of values of ethical decision making. *Journal of Consumer Behaviour*, 4 , 185-200.
- [16] Stern, P. C. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behaviour. *Journal of Social Issues*, 56, 407-424.
- [17] Thøgersen, J. (2004). A cognitive dissonance interpretation of consistencies and inconsistencies in environmentally responsible behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 24 , 93-103.
- [18] Thøgersen, J. (1999). The ethical consumer. Moral norms and packaging choice. *Journal of Consumer Psychology*, 24 , 439-460.
- [19] Thompson, W., Anderson, C., Hansen, N., & Kahle, L. (2010). Green Segmentation and Environmental Certification: Insights from Forest Products. *Business Strategy and the Environment*, 19, 319-334.
- [20] Uusitalo, L. (1990). Consumer preferences of environmental quality and other social goals. *Journal of Consumer Policy*, 13 , 231-251.



ANALIZA EKOLOŠKOG RIZIKA OD CRNIH I SIVIH OTPADNIH VODA NA DUNAVU

ENVIRONMENTAL RISK ANALYSIS OF BLACK AND GREY WASTEWATER ON THE DANUBE

DRAGANA, MAKAJIĆ-NIKOLIĆ¹, MARKO, ĆIROVIĆ¹, NATAŠA, PETROVIĆ¹, MIRKO, VUJOŠEVIĆ¹, VLADANKA PRESBURGER ULNIKOVIĆ²

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, gis@fon.bg.ac.rs

² Fakultet za ekologiju i zaštitu životne sredine, Beograd

Rezime: *Imajući u vidu neizmerne vrednosti Dunava i znajući da je upravljanje ekološkim rizicima jedna od prioritetnih oblasti u Strategiji EU za Dunavski region, u ovom radu je istaknut značaj analize ekološkog rizika - posebno u slučaju otpadnih voda s brodova i krstarica. Posebno se razmatra primena FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) metode i pokazuje njena korisnost u merenju i analizi rizika od izloženosti crnim i sivim otpadnim vodama za 9 luka i to za: Bezdán, Apatin, Bačku Palanku, Novi Sad, Beograd, Smederevo, Veliko Gradište, Kladovo.*

Ključne reči: *Ekološki rizik, Dunav, Rečni plovni objekti, Otpadne vode, FMEA.*

Abstract: *Bearing in mind the immense value of the Danube and knowing that managing environmental risks is one of priority areas in the EU Strategy for the Danube Region, in this paper we emphasized the importance of environmental risk analysis - particularly in case of ships` and cruisers` wastewater. We discuss a specialized FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) method and demonstrates its usefulness in measuring and analyzing the risk of black and grey wastewater exposure for the 9 following ports: Bezdán, Apatin, Bačku Palanku, Novi Sad, Beograd, Smederevo, Veliko Gradište, Kladovo i Prahovo. i Prahovo.*

Keywords: *Environmental risk, Danube, Ships and Cruisers, Wastewater, FMEA.*

1. UVOD

Voda je ključni pokretač privrednog i društvenog razvoja, a ujedno ima i osnovnu funkciju u održavanju integriteta životne sredine. Pitka voda odgovarajućeg kvaliteta nije samo preduslov za društvo, nego i za prirodne ekosisteme koji obavljaju važne funkcije za ljudsko postojanje i život na zemlji (Costanza i Dali, 2002). S druge strane, pitka voda je osnovni sastojak za poslovanje mnogih kompanija pa otpadne vode mogu zagaditi lokalne hidrološke ekosisteme. Takođe, mnoge kompanije se bave ovim pitanjima i formulišu proaktivne strategije upravljanja (Gerbens-Leenes et al. 2003). Kompanije mogu da se suoče sa četiri ozbiljna rizika vezana za neuspeh u upravljanju pitkom vodom: šteta korporativnom imidžu, opasnost od povećane regulatorne kontrole, finansijski rizici zbog zagađenja i nedovoljna dostupnost pitke vode za poslovanje (Rondinelli i Beri 2000; WWF 2007).

Obzirom da je upotreba pitke vode veoma široka, nestašica vode u mnogim regionima predstavlja ozbiljan problem. Zbog toga se nameće značaj reka kao tela pitke vode i izvora vode za domaćinstva, industriju, poljoprivredu i saobraćaj. Reke teku preko međunarodnih i nacionalnih granica, postavljajući ekonomske i političke izazove u upravljanju kvalitetom i količinom vode.

Dunav je, nakon Volge, druga najduža reka u Evropi. Dugačak je 2850km, protiče kroz nekoliko glavnih gradova Evrope, pre nego što se ulije u Crno more. Dunav u Crno more unosi godišnje oko 206000km³ vode, odnosno u proseku 6500m³ vode u sekundi. Reka protiče ili čini granicu 10 evropskih zemalja. Sliv Dunava ima površinu 817.000km² od čega se oko 10% ili 82.000km² nalazi u Srbiji.. Dunav je plovni u dužini od 2415km a u Srbiji je plovni celom dužinom koja iznosi 588km od Bezdana do Prahova (Golusin et al. 2011, EMS, 2010).

Prevoz tereta/robe Dunavom se uglavnom odnosi na nemineralne i mineralne sirovine, gvožđe, bakar, čvrsta goriva i žitarice, u ukupnom iznosu od oko 100 miliona tona godišnje. Postoji približno 100 komercijalnih luka u Dunavskom slivu, od kojih je njih 11 u Srbiji. Iako teretni saobraćaj preovlađuje, putnički prevoz na Dunavu je takođe značajan u obliku velikih rečnih brodova i turističkih krstarica.

U Srbiji na Dunavu godišnje plovi oko 5200 brodova sa 4,3 miliona tona nosivosti. Na toku Dunava kroz Srbiju postoje 24 pristaništa na kojima je promet robe veći od jednog miliona tona, uključujući i luku Beograd (1,5 mil. tona) i Smederevo (1,2 mil. tona). Kontinuirani rast sektora broskog saobraćaja doveo je do višestrukog porasta pritiska na životnu sredinu, a posebno u domenu otpada. Plovni objekti generišu razne vrste otpada, kao što su staklo, metal, papir, karton, plastika, ambalažni otpad, otpadne vode – sive i crne, zauljene otpadne vode, kao i opasan otpad: otpadna ulja, baterije, otpadne boje, neiskorišćeni lekovi ili lekovi sa isteklim rokom trajanja i tome slično (Redžić et al, 2010). Sve ove različite vrste neopasnog i opasnog otpada, nastalog tokom plovidbe do nedavno su nezakonito ispuštane u akvatorije. Generalno, brodovi zadržavaju otpad na brodu i predaju ga u lukama ili terminalima na kraju svakog putovanja. Međutim, suviše često se zauljeni i čvrst otpad sa plovila jednostavno prazni u lukama (Presburger Ulnikovic, 2012).

U ovom radu se razmatra analiza rizika od izlivanja sivih i crnih voda sa rečnih plovnih objekata na 9 od 11 luka na Dunavu: Bezdan, Apatin, Bačku Palanku, Novi Sad, Beograd, Smederevo, Veliko Gradište, Kladovo. Rad se sastoji iz četiri dela. Nakon uvodnog dela, prikazana je metodologija primene metode FMEA u analizi posmatranog rizika i dobijeni rezultati. Treći deo je posvećen diskusiji dobijenih rezultata dok su u četvrtom delu data zaključna razmatranja.

2. ANALIZA RIZIKA OD IZLIVANJA OTPADA PRIMENOM FMEA

FMEA je metoda za procenu načina i efekata potencijalnih otkaza podsistema, sklopova, komponenata ili funkcija koji mogu nepovoljno uticati na celokupno funkcionisanje sistema. FMEA je prvobitno razvijena za potrebe vojske SAD kao zvanična tehnika analize. Vojna procedura MIL-P-1629 (sada MIL-STD-1629A) nazvana “*Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*” datira od 9.11.1949. godine. Osnovni cilj metode je određivanje broja prioritnog rizika (risk priority number - RPN) za svaki način otkaza. Da bi se odredio RPN potrebno je prethodno oceniti sledeće tri veličine (Ericson, 2005): verovatnoća pojavljivanja (*occurrence* – O) – ova ocena je direktno proporcionalna verovatnoći pojavljivanja rizika; ozbiljnost efekta (*severity* - S) - ocena je direktno proporcionalna ozbiljnosti posledice rizika; detektovanje (*detection* - D) – ocena je obrnuto proporcionalna izglednosti (verovatnoći) detektovanja ili predviđanja rizika.

RPN predstavlja proizvod ove tri ocene: $RPN = O \times S \times D$. Na osnovu vrednosti RPN pojedinačnih rizika, vrši se njihovo rangiranje koje predstavlja osnovu za određivanje prioriteta korektivnih akcija.

Ocene O, S i D mogu imati vrednosti od 1 do 10 a ocenjuju se na osnovu univerzalnih skala ili skala koje se formulišu za konkretan sistem koji se analizira. U ovom radu su, za potrebe analize rizika od izlivanja otpada na lukama na Dunavu kroz Srbiju, formulisane skale specifične za posmatrani problem.

2.1. Određivanje ocene verovatnoće pojavljivanja

Skala za ocenu verovatnoće pojavljivanja je formirana na osnovu broja putnika na brodovima jer od ovog broja direktno zavisi količina crne i sive otpadne vode koje brodovi ispuštaju. Na osnovu podataka iz (Presburger Ulnikovic, 2012) o tipovima i broju brodova i prosečnom broju putnika na svakom tipu broda, procenjen je broj putnika na brodovima koji su pristajali u posmatranim lukama u periodu 2005-2009. godina (Tabela 1).

Tabela 1. Broj putnika na brodovima od 2005-2009. godine

Luka	Ukupan broj putnika na brodovima
Bezdan	50615
Apatin	2015
Bačka Palanka	1730
Novi Sad	76150
Beograd	60142
Smederevo	11307
Veliko Gradište	89518
Kladovo	6246
Prahovo	6615

Na osnovu broja putnika po lukama formirana je skala za ocenu verovatnoće pojavljivanja (Tabela 2). Ova skala je relativna jer je raspon pravljen na osnovu trenutne situacije.

Tabela 2. Skala ocena verovatnoće pojavljivanja

Ocena	Raspon broja putnika
1	0 – 10000
2	10001 – 20000
3	20001 – 30000
4	30001 – 40000
5	40001 – 50000
6	50001 – 60000
7	60001 – 70000
8	70001 – 80000
9	80001 – 90000
10	90001 – 100000

2.2. Određivanje ocene ozbiljnosti

Ozbiljnost je u ovom radu ocenjena na osnovu broja stanovnika koji je izložen uticaju zagađenja. Skla za ocenu ozbiljanosti prikazana je u tabeli 3 a forimarana je na osnovu preporuka za klasifikaciju naselja na osnovu broja stanovnika u (UN, 2012).

Tabela 3. Skala ocena ozbiljnosti u odnosu na broj stanovnika

Ocena	Broj ugroženih stanovnika
1	0
2	< 4999
3	5000 – 9999
4	10000 – 19999
5	20000 – 49999
6	50000 – 99999
7	100000 – 499999
8	>500000

Skala ocene ozbiljnosti koristi se direktno za ugroženost stanovnika od izlivanja sivih voda. Za crne vode se skala koristi za dobijanje početne ocene koja se zatim zbog hemijskog sastava crnih voda i njihove veće opasnosti uvećava za 2. Ova skala ide do 8 a ne do 10 iz razloga što jednak broj stanovnika koji je ugrožen sivim i crnim vodama nije izložen istom riziku.

Da bi se odredio broj stanovnika koji je ugrožen od izlivanja sivih i crnih voda u posmatranim lukama analiziran je lokalni i sistemski uticaj zagađenja.

Lokalni uticaj se definiše kao uticaj zagađenja na stanovnike koji žive u opštini gde je došlo do ispuštanja otpadnih voda. Sive vode zbog svojih hemijskih osobina imaju samo uticaj lokalnog karaktera pa broj stanovnika koji živi u opštini u kojoj je došlo do ispuštanja predstavlja osnovu za određivanje ocena ozbiljnosti. U tabeli 4 je prikazan broj stanovnika koji je pod uticajem lokalnog zagađenja za svaku luku.

Tabela 4. Lokalni uticaj na stanovnike po lukama

Luka	Broj stanovnika
Bezdan	85569
Apatin	28654
Bačka Palanka	55361
Novi Sad	335701
Beograd	680448
Smederevo	107528
Veliko Gradište	17559
Kladovo	20635
Prahovo	36879

Za razliku od sivih voda, crne vode utiču na stanovništvo i lokalno i sistemski jer crne vode u svom sastavu sadrže elemente koji plutaju. Zbog toga je za određivanje sistemskog uticaja potrebno odrediti ukupan broj stanovnika koji žive nizvodno od svake luke. S obzirom da se otpadne materije vremenom

rastvaraju, uticaj na zagađenje opada kontinualno sa povećanjem udaljenosti od luke. Pošto bi bilo previše složeno posmatrati kontinualno opadanje uticaja, za svaku luku su određene deonice od oko 100km, u okviru kojih je pretpostavljeno da je taj uticaj približno isti. Pored toga, empirijski je utvrđeno da se na svakih 100km rastvara oko 5% crnih voda odnosno da je u svakoj sledećoj deonici količina crnih voda za 5% manja. Neka je bd_j broj deonica od 100km nizvodno od j -te luke, $j=1, \dots, 9$ i b_{kj} broj stanovnika k -te deonice j -te luke, $k=1, \dots, bd_j$. Ukupan broj stanovnika ugroženih zagađenjem j -te luke crnim vodama, bu_j se sada može odrediti na sledeći način:

$$bu_j = \sum_{k=1}^{bd_j} b_{kj} (1 - (k-1) \cdot 0,05), \quad j=1, \dots, 9 \quad (1)$$

U tabeli 5 je prikazan broj denica od 100km nizvodno od svake luke, broj stanovnika po deonicama i ukupan broj ugroženih stanovnika dobijenih na osnovu (1). Vrednosti u koloni „Ukupno“ predstavljaju osnovu za određivanje ocena ozbiljnosti efekata izlivanja crnih voda u posmatranim lukama.

Tabela 5. Broj stanovnika po deonicama i ukupan broj ugroženih stanovnika

Luka	Broj stanovnika						Ukupno
	Deonica 1	Deonica 2	Deonica 3	Deonica 4	Deonica 5	Deonica 6	
Bezdan	158569	491474	1102911	150800	38814	36879	1804979,65
Apatin	128361	628796	1018023	61184	57514		1739955,50
Bačka Palanka	684157	1018023	61184	57514			1755231,35
Novi Sad	1280312	380580	38814	36879			1708142,75
Beograd	626410	46975	36879				704227,35
Smederevo	276507	20635	36879				329301,35
Veliko Gradište	64534	36879					99569,05
Kladovo	57514						57514
Prahovo	36879						36879

2.3. Određivanje ocene ozbiljnosti

Za određivanje ocene detekcije korišćen je broj mernih stanica između datih luka jer pomoću mernih stanica registruje prisutno zagađenje vode. Broj mernih stanica za svaku luku predstavlja zbir svih mernih stanica od te luke nizvodno do izlaza iz Srbije (tabela 6). Određivanje broja nizvodnih mernih stanica za svaku luku obavljeno uz pomoć informacija Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike Srbije (RHMZS, 2012).

Tabela 6. Broj mernih stanica po lukama

Luka	Broj mernih stanica
Bezdan	15
Apatin	14
Bačka Palanka	12
Novi Sad	11
Beograd	8
Smederevo	7
Veliko Gradište	5
Kladovo	2
Prahovo	1

Na osnovu broja mernih stanica formirana je skala za ocena detekcije (Tabela 7). Ova skala je, kao u slučaju ocene verovatnoće, relativna jer je raspon pravljen na osnovu trenutnog broja mernih stanica.

Polazeći od formiranih skala za ocenu verovatnoće pojavljivanja, ozbiljnosti efekata i mogućnosti detekcije i podataka prikazanih u tabelama 1, 4, 5 i 6, došlo se do rezultata o rizicima od izlivanja sivih i crnih voda na lukama na Dunavu kroz Srbiju, prikazanih u FMEA tabeli 8. U tabeli nisu prikazani efekti od izlivanja sivih i crnih voda zato što su oni isti u svakoj luci. I sive i crne vode su bogate nitratima, fosfatima, bakterijama i mnogim drugim nečistoćama. Ove susptance u određenoj količini remete živi svet u vodi, na

taj način što dovode do uginuća ribe i ostalih životinja. Masovno uginuće određene grupe organizama u vodi remeti prirodne odnose u biocenozi i izaziva velike promene u čitavom vodenom ekosistemu.

Tabela 7. Skala ocena mogućnosti detekcije

Ocena	Broj mernih stanica
1	>9
2	8
3	7
4	6
5	5
6	4
7	3
8	2
9	1
10	0

Tabela 8. FMEA rizika na lukama na Dunavu kroz Srbiju

Rizik	Način	O	S	D	RPN
Bezdan	Izlivanje sive vode	6	6	9	324
	Izlivanje crne vode	6	10	1	60
Apatin	Izlivanje sive vode	1	5	9	45
	Izlivanje crne vode	1	10	1	10
Bačka Palanka	Izlivanje sive vode	1	6	9	54
	Izlivanje crne vode	1	10	1	10
Novi Sad	Izlivanje sive vode	8	7	9	504
	Izlivanje crne vode	8	10	1	80
Beograd	Izlivanje sive vode	7	8	9	504
	Izlivanje crne vode	7	10	2	140
Smederevo	Izlivanje sive vode	2	7	9	126
	Izlivanje crne vode	2	9	3	54
Veliko Gradište	Izlivanje sive vode	9	4	9	324
	Izlivanje crne vode	9	8	5	360
Kladovo	Izlivanje sive vode	1	5	9	45
	Izlivanje crne vode	1	8	8	64
Prahovo	Izlivanje sive vode	1	5	9	45
	Izlivanje crne vode	1	7	9	63

3. DISKUSIJA

Najvećem riziku od zagađenja od sivih otpadnih voda su izloženi Beograd i Novi Sad. RPN za Beograd ima vrednost 504. Visoka ocena detekcije 9, ukazuje da je teško detektovati zagađenje jer je to moguće uraditi samo uz pomoć jedne merne stanice. Jedan od razloga zašto je Beograd izložen velikom riziku od zagađenja na Dunavu je i to što u Beogradu na Dunav ima izlaz 680000 stanovnika pa mu to daje visoku ocenu ozbiljnosti od 8. Treći faktor koji određuje RPN je verovatnoća i ona je u ovom slučaju 7, zbog broja ljudi koji se nalaze na brodovima, što u ovom slučaju iznosi 60142, što direktno utiče na količinu ispuštene sive a i crne vode. Slična situacija je i kod Novog Sada koji takođe ima RPN 504. Razlika je u tome što je ocena za ozbiljnost 7, zbog srazmerno manjeg broja stanovnika a ocena verovatnoće je 8 zbog većeg broja putnika na brodovima.

Kad je u pitanju izloženost zagađenju od crnih voda najugroženije je Veliko Gradište i njegov RPN iznosi 360. Ovako visok RPN rezultat ocena verovatnoće pojavljivanja i ozbiljnosti koje iznose 9 i 8. Visoka ocena za verovatnoću pojavljivanja rezultat je broja putnika registrovanih u ovoj luci. Ovaj broj iznosi 89518 i najveći je za analizirane luke na Dunavu. Ocena osetljivosti koja je u ovom slučaju 8 rezultat je ukupnog broja stanovnika koji su ugroženi od zagađenja crnih voda koje se ispuste u ovoj luci.

Ako se posmatra prosečna vrednost RPN rizika od zagađenja od sivih i crnih voda po lukama, najugroženije je Veliko Gradište kod koga je prosečan RPN jednak 342, a zatim Beograd sa vrednošću 322.

S druge strane, prosečna vrednost RPN za sve luke na Dunavu za sive vode iznosi 219 dok je za crne vode jednaka 93,44. Iz ovoga se može zaključiti da je veći ekološki rizik od izlivanja sivih voda u reku.

Smanjivanje RPN posmatranih luka se može postići smanjivanjem ili sprečavanjem faktora koji uticu na ocene verovatnoće pojavljivanja, ozbiljnosti efekata ili mogućnosti detekcije. Analizirajući ove faktore, može se zaključiti da se na broj stanovnika u opštinama koje imaju izlaz na Dunav ne može uticati. Takođe, ne može se uticati na prosečan broj putnika na brodovima (ekonomično je da ovaj broj raste za putničke brodove, a opada za teretne). Međutim, na osnovu rezultata analize, mogu se dobiti smernice za određivanje plana pristajanja brodova u lukama. Ocena na koju svakako može da se utiče je detekcija, što zahteva detaljnu analizu tehnoloških, organizacionih i finansijskih mogućnosti pojedinačnih luka kao i same države.

4. ZAKLJUČAK

U rade je izvršena analiza ekološkog rizika od izlivanja sivih i crnih otpadnih voda u reku Dunav na njenom toku kroz Srbiju pomoću FMEA metode. Analiza je rađena za 9 luka: Bezdan, Apatin, Bačku Palanku, Novi Sad, Beograd, Smederevo, Veliko Gradište, Kladovo i Prahovo. Utvrđeno je koje su luke naugroženije, odnosno u kolim lukama je najveći rizik od izlivanja i ukazano je na koji način se taj rizik može smanjiti.

FMEA je rađena samo za tok Dunava kroz Srbiju i nije uzimano u obzir šta se sa zagađenjem Dunava dešava pošto reka napusti Republiku Srbiju i kolikom ekološkom riziku su izloženi gradovi koji se nalaze nizvodno od granice sa Srbijom. To otvara polja za nove radove i nova istraživanja. Pored toga, ocean ozbiljnosti je određivana indirektno – na osnovu broja stanovnika koji žive u mestu ili nizvodno od posmatrane luke. Detaljnije analize i ispitivanja bi mogle da uključe u analizu ekosistem Dunava ili priobalne oblasti koji su ugroženi izlivanjem.

LITERATURA

- [1] Costanza, R., Daly, H.E. (1992). Natural capital and sustainable development, *Conservation Biology*, 6: 37-46.
- [2] EMS (2010). www.emins.org/sr/aktivnosti/projekti/dunav/dunav_istrazivanje.pdf 25.09.2012.
- [3] Ericson II, C. A, Hazard Analysis technique for System Safety. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2005.
- [4] Gerbens-Leenes, P.W., Moll, H.C., Schoot Uiterkamp, A.J.M. (2003) Design and development of a measuring method for environmental sustainability in food production systems. *Ecol Econ* 46:231-248.
- [5] Golusin M., Mihajlović M., Mihić S., Policy and promotion of sustainable inland waterway transport in Europe –Danube River, "Renewable and Sustainable Energy Reviews", 2011, p.1801- 1809.
- [6] Presburger Ulnikovic V, Vukic M, Nikolic R, Assessment of vessel-generated waste quantities on the inland waterways of the Republic of Serbia. *Journal of Environmental Management*, Volume 97, 30 April 2012, Pages 97-101
- [7] Redžić, N., Đorđević, Lj., Dukić, I., Misajlovski, N., Mihailović, L., Katalog otpada, Republika Srbija, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 2010.
- [8] RHMZS www.hidmet.gov.rs 5.10.2012.
- [9] Rondinelli, D.A., Berry, M.A. (2000) Environmental citizenship in multinational corporations: social responsibility and sustainable development. *Eur Manag J* 18(1):70-84.
- [10] UN (2012). Population density and urbanization, UN Statistic Division – Demographic and Social Statistics, <http://unstats.un.org/unsd/demographic/sconcerns/densurb/densurbmethods.htm>, 10.10.2012.
- [11] WWF (2007). A water scarcity risk-a typology. World Wildlife Fund, Godalming.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Ekonomski modeli i ekonometrija



MATRICE RAZVOJA ZEMALJA EVROPSKE UNIJE KROZ KRETANJE BDP PO REGIONIMA

MATRIX OF DEVELOPMENT OF THE EUROPEAN UNION COUNTRIES THROUGH MOVEMENT OF GDP BY REGIONS

ANA ANOKIĆ, MIRJANA KRIVOKAPIĆ, SVJETLANA JANKOVIĆ ŠOJA

Poljoprivredni fakultet, Beograd, anokicana@agrif.bg.ac.rs, krivokapic.mirjana@gmail.com, svjetlanajs@agrif.bg.ac.rs

Rezime: Na bazi matrice rasta mogu se razmatrati dinamički sistemi koji izražavaju međuzavisnost regiona i njihovo povezivanje u simultane sisteme. Razmatranje indirektnih stopa doprinosi potpunijem ispitivanju strukture regionalnog razvoja. U radu je analizirana promena bruto domaćeg proizvoda regiona Evrope, prema najčešće korišćenoj podeli u geografsko-kulturnom smislu, a uzimajući u obzir samo zemlje Evropske Unije, u periodu od 2000. do 2011. godine preko matrice rasta. Vrednost BDP-a i -tog regiona je posmatrana kao linearna funkcija vrednosti BDP-a ostalih regiona u određenom periodu, preko linearnog sistema sa indirektnim stopama rasta. Zatim je izvršena ocena analiziranog linearnog sistema za 2012. i 2013. godinu.

Ključne reči: matrice rasta, BDP, zemlje Evropske Unije po regionima, prognoza BDP

Abstract: Dynamic systems which express the interdependence of the region and their connections in the simultaneous system can be considered based on the matrix of growth. Analyzing of indirect rates contributes to a more complete examination of regional development structure. This paper analyzes the changes in gross domestic product of the regions of Europe, according to the most frequently used division in geographical and cultural terms, and taking into account only the countries of the European Union, in the period from 2000 to 2011 using the matrix of growth. The value of the GDP of the i -th region is seen as a linear function of the value of GDP of other regions in a given period, through a linear system with indirect rates of growth. Then, the estimate of the analyzing linear system for year 2012 and 2013th year is obtained.

Keywords: the matrix of growth, GDP, European Union countries by region, GDP forecast

1. UVOD

Za predstavljanje nivoa razvijenosti nacionalne privrede koriste se različiti ekonomski pokazatelji. Najopštiji od njih je bruto domaći proizvod (GDP-Gross Domestic Product) pa se iz tog razloga najčešće i koristi, a takodje je i pogodan za medjuregionalna poredjenja.

S obzirom da bruto domaći proizvod (BDP) predstavlja ukupnu prizvodnju roba i usluga, ostvarenu u nacionalnoj ekonomiji, odnosno podrazumeva vrednost proizvodnje stranih lica (kompanija) u zemlji (regionu), a isključuje vrednost proizvodnje ostvarene aktivnošću domaćih firmi u inostranstvu, može se smatrati relevantnim pokazateljem stepena ekonomskog razvoja posmatrane zemlje (regiona).

U radu je posmatran regionalni razvoj zemalja Evropske Unije preko matrica rasta regionalnog razvoja za BDP izražen u milijardama eura. U tu svrhu primenjena je tradicionalna podela Evrope na pet geografsko-kulturnih područja gde se posmatraju samo zemlje Evropske Unije:

- Zapadna Evropa (Ujedinjeno Kraljevstvo, Irska, Francuska, Belgija, Holandija, Luksemburg)
- Srednja Evropa (Mađarska, Češka, Slovačka, Rumunija, Austrija, Nemačka, Poljska)
- Istočna Evropa (Estonija, Letonija, Litvanija)
- Severna Evropa (Danska, Švedska, Finska)
- Južna Evropa (Španija, Portugal, Italija, Grčka, Slovenija, Bugarska, Kipar, Malta).

2. METOD RADA

Apsolutna promena bruto domaćeg proizvoda i -tog regiona u posmatranom periodu može se iskazati preko P_{it} i $P_{i,t-1}$ kao njihova razlika tj. razlika bruto domaćeg proizvoda posmatranog regiona u periodu t odnosno $t-1$:

$$\Delta P_{it} = P_{it} - P_{i,t-1}, \quad i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

Indirektna stopa regionalnog rasta definiše se kao odnos između priraštaja bruto domaćeg proizvoda i -tog regiona i vrednosti bruto domaćeg proizvoda j -tog regiona u periodu t :

$$r_{ijt} = \frac{\Delta P_{it}}{P_{jt}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

za $i=j$ dobiju se direktne stope rasta regionalnog razvoja.

Indirektna stopa regionalnog rasta r_{ijt} pokazuje relativan rast bruto domaćeg proizvoda i -tog regiona u odnosu na vrednost bruto domaćeg proizvoda j -tog regiona u periodu t tj. određuje koliko jedinica rasta bruto domaćeg proizvoda i -tog regiona dolazi na jedinicu bruto domaćeg proizvoda j -tog regiona u periodu t .

Indirektna i direktne stope regionalnog rasta mogu se izraziti u matričnom obliku u vidu matrice regionalnog rasta:

$$R_t = \begin{bmatrix} r_{11t} & \cdot & \cdot & \cdot & r_{1nt} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{n1t} & \cdot & \cdot & \cdot & r_{nnt} \end{bmatrix}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

Ovako postavljene matrice rasta ne pretpostavljaju zavisnost između posmatranih veličina, odnosno međuzavisnost regiona po bruto domaćem proizvodu, ali ekonomski razlozi za međusobno poređenje i povezivanje ipak postoje po samoj definiciji bruto domaćeg proizvoda. Kada se govori o matrici bez posebnog isticanja uslova o postojanju zavisnosti između veličina koje se posmatraju onda se misli na uslove koji bi se ticali pretpostavke o postojanju matematičkih funkcija, ali i bez njih matrica egzistira na odnosima koji postoje u ex post uslovima, odnosno na realizovanim vrednostima bruto domaćeg proizvoda u posmatranim godinama za ispitivane regione.

Polazeći od pretpostavke da priraštaj bruto domaćeg proizvoda i -tog regiona ΔP_{it} možemo izraziti kao funkciju nivoa bruto domaćeg proizvoda

$$\Delta P_{it} = F_i(P_{1t}, \dots, P_{nt}), \quad i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T \quad (4)$$

može se uspostaviti sledeći sistem jednačina:

$$P_{it} - F_i(P_{1t}, \dots, P_{nt}) = P_{i,t-1}, \quad i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T \quad (5)$$

Ako se priraštaj bruto domaćeg proizvoda i -tog regiona odredi preko linearne zavisnosti indirektnih stopa rasta i nivoa bruto domaćeg proizvoda ostalih regiona ($j \neq i$), odnosno preko matrice rasta R_t na sledeći način:

$$\Delta P_{it} = \frac{1}{n} \sum_{j \neq i=1}^n r_{ijt} P_{jt}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T \quad (6)$$

gde je r_{ij} konstantna indirektna stopa rasta, onda između bruto domaćeg proizvoda u dva uzastopna perioda postoji veza:

$$P_{it} - \frac{1}{n} \sum_{j \neq i=1}^n r_{ijt} P_{jt} = P_{i,t-1}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T \quad (7)$$

ili u matričnom obliku :

$$\left(I - \frac{1}{n} R \right) P_t = P_{t-1}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (8)$$

Dakle, uspostavili smo sistem koji preko matrice regionalnog rasta obuhvata međusobne odnose rasta posmatranih regiona sa rešenjem:

$$P_t = \left(I - \frac{1}{n} R \right)^{-1} P_{t-1}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (9)$$

gde su I i R jedinična matrica i matrica regionalnog rasta, a sa P_t i P_{t-1} vektori kolone bruto domaćeg proizvoda pojedinih regiona u periodima t i t-1.

Kako matrica rasta nije konstantna, jer su indirektno stope rasta promenljive iz perioda u period u radu je korišćena (konstantna) prosečna matrica regionalnog rasta koja opisuje promene ispitivane pojave za celi vremenski period (0,T) koji se posmatra. Pomoću nje je moguće pored godišnjih analiza odrediti kretanje neke aktivnosti u celokupnom vremenskom periodu. Elementi prosečne matrice regionalnog rasta su ponderisani proseci odgovarajućih elemenata sukcesivnih matrica rasta po periodima za $t=1, 2, \dots, T$ tj.

$$\bar{r}_{ijt} = \frac{\sum_{t=1}^T r_{ijt} P_{jt}}{\sum_{t=1}^T P_{jt}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T \quad (10)$$

Uvođenjem prosečne (konstantne) matrice rasta za duži period (0,T) moguće je u svakom momentu tog intervala postaviti vezu između vektora bruto domaćeg proizvoda P_t i P_{t-1} :

$$\left(I - \frac{1}{n} \bar{R} \right) P_t = P_{t-1}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (11)$$

i na taj način na osnovu poznatog vektora bruto domaćeg proizvoda u periodu t-1 oceniti nepoznati vektor bruto domaćeg proizvoda u budućem periodu t u ex ante uslovima:

$$P_t = \left(I - \frac{1}{n} \bar{R} \right)^{-1} P_{t-1}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (12)$$

gde je $\left(I - \frac{1}{n} \bar{R} \right)^{-1}$ inverzna matrica sistema.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Radi boljeg sagledavanja strukture regionalnog razvoja i međusobnih odnosa pojedinih regiona važno je posmatrati direktne i indirektno stope rasta.

U metodološkom pristupu tom problemu polazi se od matrice regionalnog rasta koja obuhvata te stope i pomoću koje se razmatra dinamički sistem koji opisuje međuzavisnost regiona. Veličine kojima su predstavljene aktivnosti pojedinih regiona mogu biti različiti društveni globali pa između njih i bruto domaći proizvod posmatranih regiona, država, republika i slično izražen u milijardama eura ili po glavi stanovnika.

U ovom radu posmatraćemo kretanje bruto domaćeg proizvoda (tab.1) po regionima Evrope, koji su odabrani prema najčešće korišćenoj podeli u geografsko-kulturnom smislu, a uzimajući u obzir samo članice Evropske unije

Promene vrednosti BDP-a u periodu od 2000. do 2011. godine praćene su preko jedanaest matrica regionalnog rasta koje opisuju zavisnost posmatranih vrednosti po regionima.

Prvi element matrice R_1 je $r_{11}=0,036$ i predstavlja direktnu stopu rasta bruto domaćeg proizvoda Zapadne Evrope u iznosu od 3,6 % u 2001. godini u odnosu na 2000. godinu.

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0,0364 & 0,0532 & 4,8662 & 0,2537 & 0,0639 \\ 0,0275 & 0,0402 & 3,6734 & 0,1915 & 0,0483 \\ 0,0007 & 0,0010 & 0,0935 & 0,0049 & 0,0012 \\ -0,0004 & -0,0007 & -0,0599 & -0,0031 & -0,0008 \\ 0,0320 & 0,0467 & 4,2668 & 0,2224 & 0,0561 \end{bmatrix} \quad (13)$$

Ostali elementi prve vrste matrice R_1 su indirektne stope rasta i to $r_{12}=0,053$ koja označava porast bruto domaćeg proizvoda Zapadne Evrope za 5,3% u odnosu na jedinicu bruto domaćeg proizvoda Srednje Evrope, $r_{13}=4,86$ označava porast bruto domaćeg proizvoda Zapadne Evrope za 486% u odnosu na jedinicu bruto domaćeg proizvoda Istočne Evrope, zatim $r_{14}=0,2537$ predstavlja porast bruto domaćeg proizvoda Zapadne Evrope u iznosu 25,37% u odnosu na jedinicu bruto domaćeg proizvoda Severne Evrope i na kraju $r_{15}=0,064$ određuje porast bruto domaćeg proizvoda Zapadne Evrope za 6,4% u odnosu na jedinicu bruto domaćeg proizvoda Južne Evrope.

Tabela 1: Ukupna vrednost domaćeg bruto domaćeg proizvoda zemalja evropske unije po regionima Evrope

Godine	Vrednost GDP (u milijardama eura)				
	Zapadna Evropa	Srednja Evropa	Istočna Evropa	Severna Evropa	Južna Evropa
2000.	3 838,086	2 618,478	27,043	574,045	2 143,341
2001.	3 983,254	2 728,061	29,832	572,257	2 270,628
2002.	4 130,966	2 790,746	32,725	595,129	2 385,671
2003.	4 150,158	2 804,498	35,238	612,945	2 501,323
2004.	4 383,696	2 903,667	39,085	640,970	2 638,482
2005.	4 574,803	3 025,749	45,079	663,149	2 763,512
2006.	4 824,354	3 195,157	53,477	702,683	2 925,460
2007.	5 084,082	3 424,392	65,835	745,308	3 086,682
2008.	4 899,882	3 583,704	71,539	754,059	3 163,910
2009.	4 570,542	3 375,935	58,937	688,366	3 060,655
2010.	4 788,125	3 574,270	59,969	765,218	3 092,332
2011.	4 917,129	3 719,449	66,970	817,417	3 121,765

Izvor: Obračun autora na osnovu podataka Eurostata

Slično se mogu komentarisati elementi druge, treće i pete vrste matrice rasta za razliku od četvrte gde su sve vrednosti stopa rasta negativne. Indirektne stope rasta u četvrtoj vrsti označavaju pad bruto domaćeg proizvoda Severne Evrope u odnosu na jedinicu proizvoda Zapadne Evrope za 0,04%, u poređenju sa Srednjom Evropom taj pad je iznosio 0,07%, u odnosu na Istočnu Evropu pad je bio 6% i za Južnu Evropu 0,08%.

Negativna direktna stopa rasta $r_{44}=-0,0031$ predstavlja pad bruto domaćeg proizvoda Severne Evrope od 0,3% u 2001. godini u odnosu na 2000. godinu. Po dijagonali matrice R_1 još se nalaze direktne stope rasta $r_{22}=0,04$; $r_{33}=0,093$ i $r_{55}=0,056$ koje pokazuju rast bruto domaćeg proizvoda Srednje Evrope u iznosu 4%, Istočne Evrope za 9,3% i Južne Evrope za 5,6% u 2001. u odnosu na 2000. godinu

Elementi prve kolone izuzimajući prvi element r_{11} označavaju porast bruto domaćeg proizvoda Srednje Evrope za 2,75%, Istočne Evrope za 0,07% i Južne Evrope za 3,20% u odnosu na jedinicu bruto domaćeg proizvoda Zapadne Evrope i pad bruto domaćeg proizvoda Severne Evrope za 0,04% u odnosu na jedinicu bruto domaćeg proizvoda Zapadne Evrope u 2001. godini.

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0,0358 & 0,0529 & 4,5137 & 0,2482 & 0,0619 \\ 0,0152 & 0,0225 & 1,9155 & 0,1053 & 0,0263 \\ 0,0007 & 0,0010 & 0,0884 & 0,0049 & 0,0012 \\ 0,0055 & 0,0082 & 0,6989 & 0,0384 & 0,0096 \\ 0,0278 & 0,0412 & 3,5155 & 0,1933 & 0,0482 \end{bmatrix} \quad (14)$$

U narednom periodu 2001/02. (matrica R_2) bruto domaći proizvod svih posmatranih regiona je porastao jer su vrednosti svih stopa rasta pozitivne, čak i za region Severne Evrope koji je u prethodnom periodu jedini imao pad BDP-a.

U periodu od 2003.godine do 2007. godine primećen je porast BDP-a za sve posmatrane regione jer su sve stope rasta sa pozitivnim predznakom. Interesantno je pomenuti da su elementi treće kolone matrice rasta

svih posmatranih perioda pokazali porast BDP-a Zapadne Evrope, Srednje Evrope i Južne Evrope u odnosu na jedinicu bruto domaćeg proizvoda Istočne Evrope preko 100% osim u 2003. godini gde je rast BDP-a Zapadne Evrope i Srednje Evrope u odnosu na jedinicu bruto domaćeg proizvoda Istočne Evrope manji od 100% što se vidi iz matrice rasta R_3 u kojoj je $r_{13}=0,5446$ (54,46%) i $r_{23}=0,39$ (39,03%).

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0,0046 & 0,0068 & 0,5446 & 0,0313 & 0,0077 \\ 0,0033 & 0,0049 & 0,3903 & 0,0224 & 0,0055 \\ 0,0006 & 0,0009 & 0,0713 & 0,0041 & 0,0010 \\ 0,0043 & 0,0063 & 0,5056 & 0,0291 & 0,0071 \\ 0,0279 & 0,0412 & 9,2820 & 0,1887 & 0,0462 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Matrica rasta R_8 sa negativnim vrednostima elemenata prve vrste pokazuje pad bruto domaćeg proizvoda Zapadne Evrope u odnosu na sve druge regione i na taj način nagoveštava početak finansijske krize koja kreće iz SAD-a, ali zahvata delove Evrope koji su joj geografski najbliži, što utiče na negativnu promenu BDP-a. Finansijska kriza ne samo što se nije zadržala u granicama SAD-a već se u periodu 2008/09, godine proširila i na celu Evropu i odrazila se padom bruto domaćeg proizvoda svih evropskih regiona što se vidi iz matrice R_9 .

$$R_8 = \begin{bmatrix} -0,0376 & -0,0514 & -2,5748 & -0,2443 & -0,0582 \\ 0,0325 & 0,0444 & 2,2269 & 0,2113 & 0,0503 \\ 0,0012 & 0,0016 & 0,0797 & 0,0076 & 0,0018 \\ 0,0018 & 0,0024 & 0,1223 & 0,0116 & 0,0028 \\ 0,0158 & 0,0215 & 1,0795 & 0,1024 & 0,0244 \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$R_9 = \begin{bmatrix} -0,0721 & -0,0976 & -5,5880 & -0,4784 & -0,1076 \\ -0,0455 & -0,0615 & -3,5252 & -0,3018 & -0,0679 \\ -0,0028 & -0,0037 & -0,2138 & -0,0183 & -0,0041 \\ -0,0144 & -0,0195 & -1,1146 & -0,0954 & -0,0215 \\ -0,0226 & -0,0306 & -1,7519 & -0,1500 & -0,0337 \end{bmatrix} \quad (17)$$

Uvek je pogodno prognoziranje određenog toka pojave koja se ispituje kako bi se sagledale sve mogućnosti za poboljšanje ekonomske razvijenosti koja je cilj svake države (regiona). Tako i u ovom radu prognozirane vrednosti BDP-a mogu doprineti, zajedno sa još nekim relevantnim pokazateljima, ekonomskom razvoju zemalja Evropske Unije ako se sagleda pad ili porast istog u narednom periodu i na osnovu toga sprovede adekvatna analiza uzroka te pojave.

Preko konstantne matrice rasta i poznatog vektora vrednosti BDP-a u 2011. godini moguće je oceniti vektor vrednosti GDP-a u 2012. godini.

$$P_{2012} = \left(I - \frac{1}{5} \begin{bmatrix} 0,0214 & 0,0307 & 1,9314 & 0,1428 & 0,0348 \\ 0,0219 & 0,0313 & 1,9707 & 0,1457 & 0,0355 \\ 0,0008 & 0,0011 & 0,0715 & 0,0053 & 0,0013 \\ 0,0048 & 0,0069 & 0,4356 & 0,0322 & 0,0078 \\ 0,0194 & 0,0279 & 1,7513 & 0,1295 & 0,0315 \end{bmatrix} \right)^{-1} P_{2011} \quad (18)$$

Gde je P_{2011} kolona vektor vrednosti BDP-a za posmatrane regione u 2011. godini, a P_{2012} kolona vektor prognoziranih vrednosti BDP-a za 2012. godinu u iznosu 5036,492 milijardi eura za Zapadnu Evropu, 3841,244 za Srednju Evropu, 71,435 za Istočnu Evropu, 844,359 za Severnu Evropu i 3230,006 za Južnu Evropu što pokazuje rast vrednosti bruto domaćeg proizvoda za sve posmatrane regione u 2012. godini. Na sličan način, korišćenjem relacije

$$P_{2013} = \left[\left(I - \frac{1}{5} \begin{bmatrix} 0,0214 & 0,0307 & 1,9314 & 0,1428 & 0,0348 \\ 0,0219 & 0,0313 & 1,9707 & 0,1457 & 0,0355 \\ 0,0008 & 0,0011 & 0,0715 & 0,0053 & 0,0013 \\ 0,0048 & 0,0069 & 0,4356 & 0,0322 & 0,0078 \\ 0,0194 & 0,0279 & 1,7513 & 0,1295 & 0,0315 \end{bmatrix} \right)^2 \right]^{-1} P_{2012} \quad (19)$$

dobijaju se prognozirane vrednosti BDP-a za 2013. godinu u iznosu od 5160,5313 milijardi eura za Zapadnu Evropu, 3967,7595 za Srednju Evropu, 76,0027 za Istočnu Evropu, 872,3472 za Severnu Evropu i 3342,452 za Južnu Evropu. Za sve posmatrane regione primećuje se porast vrednosti bruto domaćeg proizvoda u 2013. u odnosu na prethodnu godinu.

4. ZAKLJUČAK

U dosadašnjim metodološkim razmatranjima nije bilo mnogo sličnih prilaza na osnovu kojih su se pratili direktni i indirektni odnosi, što se postiže postavljanjem matrice rasta i odgovarajućeg sistema zasnovanog na njoj.

Veličina kojom je izraženo kretanje posmatranih regiona Evrope je bruto domaći proizvod kao jedan od najznačajnijih pokazatelja ekonomskog razvoja. Dobijeni rezultati pokazuju da sistem regionalnih odnosa omogućava simultano praćenje razvoja regiona i prognoziranje njihovog kretanja u budućnosti.

LITERATURA

- [1] Eurostat European Commission (2012). Eurostat regional yearbook 2012 http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-HA-12-001/EN/KS-HA-12-001-EN.PDF
- [2] Lakić Nada, Krivokapić Mirjana (2008). Analysis of meat consumption based on the matrix of growth, Journal of agricultural sciences, Belgrade, Vol. 53, No 3, str 215-221
- [3] Mirjana Krivokapić, Ana Anokić (2012). Analysis of production dynamics for the most important crops in the municipalities of the Danube region, International Scientific Meeting „Sustainable agriculture and rural development in terms of the Republic of Serbia strategic goals realization within the Danube region“, December, 6-8th 2012, Tara, str. 451-468
- [4] Stojanović Dragiša (1978). Teorijski i praktični aspekti matrice rasta, Savremena administracija, Beograd
- [5] Stojanović Dragiša, (1990). Ekonomsko matematički metodi i modeli, Matrica rasta, Dodatak, Beograd, Ekonomski fakultet



IMPACT OF GLOBAL FINANCIAL AND EUROPEAN SOVEREIGN DEBT CRISIS ON CEEC STOCK MARKETS: AN APPLICATION OF SYMMETRIC AND ASYMMETRIC GARCH TYPE MODELS

SINIŠA MILETIĆ, BORIS KORENAK, DEJAN VUKOSAVLJEVIĆ

College for Business Economics and Entrepreneurship, Belgrade, Serbia, sinisamiletic72.bgd@gmail.com, korenak.boris@hotmail.com, vukosavljevic.dejan@gmail.com

Abstract: *The aim of this study is to envisage the impact of global financial (GFC) and European sovereign debt crisis (ESDC) on stock markets of CEEC countries (Czech Republic, Hungary, Romania and Serbia). Daily returns of stock indices PX50 (Prague Stock Exchange), BUX (Budapest Stock Exchange), BELEX15 (Belgrade Stock Exchange) and BET (Bucharest Stock Exchange Trading Index) are analysed during the period January 4, 2000 to December 21, 2012 in respect. In order to measure the involved risk, symmetric and asymmetric GARCH models are applied. To examine the impact of global financial and European sovereign debt crisis dummy variable were adopted. Estimates obtained by our calculation imply that global financial crisis positively hit enhanced volatility of selected stock market indices and that this impact is strongest on Romanian stock market. It might be due to loss of confidence of domestic investors in markets because of continuous withdrawal of foreign institutional investors. Results of empirical analysis confirm that European sovereign debt crisis also has impact on enhanced volatility of selected stock market indices.*

Keywords: *Volatility, GARCH, Global financial crisis, European sovereign debt crisis, CEEC countries.*

1. INTRODUCTION

Modeling stock market volatility has been the subject of many financial practitioners, regulators and researchers. Investment decision in financial markets strongly depends on the forecast of expected returns and volatilities of the assets (Tsay, 2002). Stock return volatility which represent the variability of stock price changes could be perceived as a measure of risk. The traditional measure of volatility as represented by variance and standard deviation is unconditional and does not recognize interesting patterns in asset volatility, e.g., time-varying and clustering properties (Olowe, 2009). Researchers have introduced various models to explain and predict these patterns in volatility. One such approach is represented by time-varying volatility models which were expressed by Engle (1982) as autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH) model and extended by Bollerslev (1986) into generalised ARCH (GARCH) model. These models recognise the difference between the conditional and the unconditional volatility of stochastic process, where the former varies over time while the latter remains constant. In addition, these models have triggered a range of extensions cover a wide spectrum of observed behaviour in stock markets including the asymmetric impact of returns on volatility and long memory dynamics in stock return volatility (McMillan and Thupayagale 2010).

The occurrence of financial crisis became more frequent in nowadays economies and seems to shape the contemporaneous economic and financial environment since the 1980's (Bordo and Eichengreen 1999). Recent global financial crisis is a major turmoil event which permeated all over the world irrespective of developed or emerging countries. Probably, it is the largest crisis after great recession of 1930s that affected both real and financial sectors (Lianto and Badiola, 2010). This crisis which was triggered by subprime mortgage crisis in the United States got worst momentum in the year 2008 with the failure, merger or conservatorship several large financial institutions exposed to packaged subprime loans and credit default swaps issued to insure these loans and their issuers. This crisis rapidly evolved into global credit crisis resulting in a number of bank failures in Europe and sharp reductions in the value of stocks worldwide. In EU, many countries had support their financial institutions. As a result, the cost of dealing with the consequence of the crisis created huge budget deficits and contributed to the low economic growth in small EU countries as well in more advanced economies (Koksal and Orhan 2012).

In the global financial crisis conditions for investors is extremely important to accurately measure and allocate risk as well as to more efficiently manage their portfolio. The influence of extreme events on the trends in financial markets in emerging countries is even more pronounced, since it is a market characterized

by lower levels of liquidity and significantly smaller market capitalization. Financial markets in emerging countries are usually characterized by a number of reforms and greater likelihood of internal and external shocks such as inflation, a sudden depreciation of national currencies, changes in credit ratings, risk premium change, etc. As this market is characterized by a greater influence of internal trade and consequently a higher degree of volatility than the markets of developed countries, the distribution of returns is significantly more distorted than normal, which makes volatility forecasting more difficult (Mladenović et al., 2012).

The aim of this study is to envisage the impact of global financial (GFC) and European sovereign debt crisis (ESDC) on stock markets of CEEC countries (Czech Republic, Hungary, Romania and Serbia). Although different in certain aspects, these countries have similarities since that all countries recently joined the EU or acceded to the integration process (Serbia). In addition, all countries are emerging markets and provide investment opportunities for those investors who wish to diversify their portfolios (Mladenović et al., 2012). The analysis used stock index PX50 (Prague Stock Exchange), BUX (Budapest Stock Exchange), BELEX15 (Belgrade Stock Exchange) and BET (Bucharest Stock Exchange Trading Index). In order to measure the involved risk, symmetric GARCH and three asymmetric GARCH models, which are EGARCH, TGARCH and APARCH with variations in their mean equations: AR(1), MA(1), and ARMA(1,1), ARCH in mean, are applied. The volatility of indices is measured throughout the period during global financial and sovereign debt crisis to find out whether these crises affect the volatility of stock market indices in selected CEEC countries. Given the recession business environment, the results of research will be, in particularly, interesting to domestic and foreign investors.

2. LITERATURE REVIEW

Vast of literature has emerged addressing different aspects of the stock market in emerging economies. The effect of different financial crises during the last two decades on stock markets has also been explored by different researchers.

Lim et al. (2008) explored the efficiency of the eight Asian stock markets in order to find the effect of Asian financial crisis 1997 with division of period from pre to post financial crisis and found that during the financial crisis 1997, efficiency of the Asian stock markets deteriorated of which Hong Kong stock market was the major victim of the crisis. Olowe (2009) investigated the relation between stock returns and volatility in Nigeria using EGARCH-in-mean model in the light of banking reforms, insurance reform, stock market crash and the global financial crisis. Author found little evidence on relationship between stock returns and risk as measured by its own volatility. In addition, study found positive but insignificant relationship between stock return and volatility. In contrast to this study, Adamu (2010) takes same objective for Nigerian stock market with conventional statistical analysis, i.e. standard deviation and variance analysis and empirically revealed that during the financial crisis period, volatility in Nigerian stock market increased. Verma and Mahajan (2012) examined the impact of 2008 U.S. crisis on the stock return volatility of Indian stock market. Authors used family of ARCH models to detect the presence of volatility in light of global financial meltdown. To capture the influence of crisis on return volatility of Indian stocks, authors incorporated dummy variables in an augmented EGARCH model. Both dummies suggest that volatility has been highest during the crisis period and it came down during the post crisis period. Authors suggest that the impact of U.S. financial meltdown on stock return volatility of Indian stock market has been significant. Ravichandran and Maloain (2010) found that during the recent financial crisis stock markets of six Gulf countries faced negative pressure but these markets become strengthened during post crisis period. Rafaqet and Muhammad (2012) investigated the impact of recent global financial crisis on stock markets of Pakistan and India using daily data of KSE-100 and BSE-100 indices. In order to capture volatility authors applied EGARCH model. The study empirically reveals that negative shocks have more pronounced impact on the volatility than positive shocks. In addition, authors concluded that recent global financial crisis made mild negative impact on stock returns and enhanced volatility in Pakistan and Indian stock exchanges but this impact is stronger on Indian stock market.

3. RESULTS OF EMPIRICAL ANALYSIS

We make use of the country indices for four emerging countries in Central and Eastern Europe (Czech Republic, Hungary, Romania and Serbia) obtained from national stock exchange websites. The sample analysis of the research comprises daily returns of stock indices of selected emerging countries in Central and Eastern Europe. The tested stock indices, PX50, BUX, BET, during the period January 4, 2000 to December 21, 2012, and BELEX15 during the period October 4, 2005-December 21, 2012 in respect. For all indices, we compute daily logarithmic returns, i.e. $r_t = (\log P_t - \log P_{t-1}) * 100$.

Since the focus of this research is to examine the impact of global financial and European sovereign debt crisis dummy variable will be adopted. The decision to create dummy variables which represents the both crisis periods will be subjective and it depends on author's argument. The paper set the global financial crisis at September 2008. The reason for this is that the Lehman Brothers collapse in mid September, 2008. The paper set the European sovereign debt crisis at May, 2011 since it was clearly visible that the Greek economy was far from being in an adequate position. Therefore, dummy variables take 1 for the period from September 2008 to December 2009 defined as financial crisis period and, May 2011 to November 2012 defined as European sovereign debt crisis period, otherwise 0.

As it can be seen (see Chart 1) the period of 2000-2007 was characterized by the significant increase in value of all stock indices along with the entry of foreign investors in the capital market of CEEC countries. Simultaneously, local investors are increasingly investing in domestic capital markets, which contributed to further growth of stocks prices in selected CEEC markets. In late 2007 the situation on the financial market in the world has begun to reflect on the capital market in CEEC countries, when all indices recorded a sharp decline. The trend of depreciation continued in early 2008. The sudden decline of the stock indices value was caused by the withdrawal of foreign portfolio investors from the CEEC market due to expectations of further fall of stock prices and deepening of crisis. The downward trend of the index value continued during 2008 to the lowest value reached in March 2009. The period until 2011 was characterized by the slight increase in value of the observed stock market indices. Subsequently, as a result of rising risk premiums in the observed countries, there has been a decrease in value of all stock indices. Since mid-2011, due to the situation stabilized in the global market, we can see that there has been a slight increase in index value in observed countries.

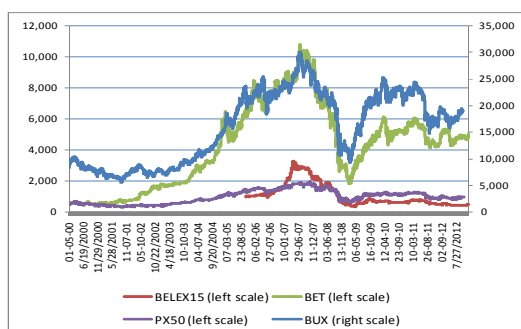


Chart 1. Daily closing values of CEEC stock indices in the period from Jan. 4 2000 to Dec. 21 2012

Bearing in mind that the one-time structural breaks may lead to erroneous statistical conclusions, in all four cases we indicate the most prominent non-standard values and then regress series of returns on constant and dummy variables that take non-zero values for the observations with the most prominent nonstandard values.

Table 1 indicates that the daily returns of all four market stock indices are not normally distributed. In most cases skewness is evident; kurtosis is in all cases much greater than 3 and the Jarque-Bera statistics are highly significant. Negatively skewed distributions are reported for PX50, BELEX15 and BET stock indices which indicate that abnormally low return days occurred more frequently than abnormally high return days. The coefficient of excess kurtosis is in all cases much greater than 3 indicating the distribution of the returns is leptokurtic, which means that the distribution has fatter tails. The largest coefficient of excess kurtosis is reported for BUX and BELEX15 stock indices and highlights that these indices account for larger deviations in their returns. The results confirm the presence of fat tails, which suggest that the assumption of a normal distribution is not satisfied. ARCH-LM test indicates presence of time varying volatility, and Box-Ljung statistics indicate evidence of autocorrelation in squared standardized residuals.

Table 2 shows the results of unit root test for stock returns series. The Augmented Dickey-Fuller test and Phillips-Perron test statistics for all stock returns are highly significant, i.e. the values are less than their critical values at 1%, 5% and 10% level, thereby suggesting the rejection of null hypothesis of the presence of unit root in the return series. Therefore, it is appropriate to examine the return volatility using the original level of the series, i.e. there is no need to difference the data.

Table 1: Descriptive characteristics of stock exchange indices daily returns

Indices	Skewness	Kurtosis	JB	Q ² (10)	Q ² (30)	ARCH-LM (10)	ARCH-LM (30)
BUX	0.070	10.028	6616.77 (0.00)	1808.2 (0.00)	4701.0 (0.00)	648.58 (0.00)	850.01 (0.00)
PX50	-0.326	6.767	1963.17 (0.00)	1236.8 (0.00)	2457.0 (0.00)	472.54 (0.00)	528.14 (0.00)
BELEX15	-0.472	8.993	2799.86 (0.00)	582.0 (0.00)	923.4 (0.00)	315.74 (0.00)	357.73 (0.00)
BET	-0.133	6.987	2170.43 (0.00)	714.31 (0.00)	1349.9 (0.00)	377.67 (0.00)	464.72 (0.00)

SOURCE: Author's calculations. Note: P values of corresponding test statistics are given in parentheses. JB represents Jarque-Bera statistics for normality testing; Q² represents Box-Ljung statistics for testing autocorrelation in squared standardized residuals, while ARCH-LM test is test of autoregressive conditional heteroscedasticity.

Table 2: Unit Root Test of the stock returns series

	Augmented Dickey-Fuller test				Phillips-Perron test			
	Statistic	Critical values			Statistic	Critical values		
		1% level	5% level	10% level		1% level	5% level	10% level
BUX	-24.010 (0.00)	-3.432	-2.862	-2.567	-53.006 (0.00)	-3.432	-2.862	-2.567
BELEX15	-17.532 (0.00)	-3.433	-2.862	-2.567	-32.763 (0.00)	-3.433	-2.862	-2.567
PX50	-52.799 (0.00)	-3.432	-2.862	-2.567	-54.044 (0.00)	-3.432	-2.862	-2.567
BET	-50.908 (0.00)	-3.432	-2.862	-2.567	-51.560 (0.00)	-3.432	-2.862	-2.567

SOURCE: Author's calculations. Note: P values of corresponding test statistics are given in parentheses. The appropriate lags are automatically selected employing Schwarz information criterion.

Bearing in mind that Box-Ljung autocorrelation test for squared standardized residuals and ARCH/LM tests indicate presence of ARCH effects, we estimate models of conditional autoregressive heteroscedasticity (GARCH type models). Model selection was done according to modified Akaike criteria. Model parameters are calculated using maximum likelihood estimation method. Maximum likelihood estimates of the parameters are obtained by numerical maximization of the log-likelihood function using the BHHH algorithm.

Since the aim of this study is to find the impact of global financial crisis and European sovereign debt crisis on CEEC stock markets this study included an explanatory variable of global financial crisis and European sovereign debt crisis in the mean and conditional variance equation with intention to find the impact of both crisis on the stock returns and volatility. Conducted empirical test indicate that the return distributions are not characterized by normality. Our results of estimation show that such GARCH type models assuming both distribution of standardized returns have similar results. Results of estimating ARMA (m,s)-GARCH (p,q) model, and different types of asymmetric ARMA (m,s)-GARCH (p,q) model with assumption that the residuals follow normal or Student's t distribution suggest the following conclusion (Table 3 and 4).

BUX stock index returns best describes GARCH(1,1) model regardless of whether it is assumed that the residuals have a normal distribution or the Student's t distribution. Returns of stock index do not characterize neither AR or MA component. With the respect to the mean equation, coefficient d1 (coefficient of global financial crisis) and d2 (coefficient of European sovereign debt crisis) suggest that the existence of global financial and European sovereign debt crisis is not significant in influencing stock returns. As far as conditional variance equation concern, value of β shows magnitude variance on the current variance and shows magnitude of volatility clustering. The value of β coefficient is highly significant which shows that persistence volatility clustering prevails in BUX stock index. This volatility clustering reveals that once volatility persists it takes long time to become smooth. Last two coefficients of this model is concerned with recent global financial and European sovereign debt crisis. The coefficient d1 (coefficient of global financial crisis) and d2 (coefficient of European sovereign debt crisis) are positive and significant regardless of whether it is assumed that the residuals have a normal distribution or the Student's t distribution. This evidence confirms that recent global financial crisis positively hit volatility of stock return by 10.3 percent with assumption that residuals follow normal distribution and 13.7 percent with assumption that residuals follow Student's t distribution. In addition, the evidence confirms that European sovereign debt crisis positively hit volatility of stock return by 2.8 percent with assumption that residuals follow normal distribution and 3.5 percent with assumption that residuals follow Student's t distribution.

BELEX15 stock index return best describes GARCH (1,1) model with assumption that residuals follow Student's t distribution, while with assumption that the residuals follow the normal distribution neither of models provides accurate volatility estimation. In the mean equation autoregression component of the first order and component of moving average of the first order are significant. However, the values of Q statistics with p-value less than 5% of the standardized residuals in estimated ARMA(1,1) model imply that serial correlation remained in the standardized residuals and that conclusion regarding the impact of financial and sovereign crisis is not accurate.

PX50 stock index best describes APARCH (1,1) model regardless of whether it is assumed that the residuals have a normal distribution or the Student's t distribution. In the mean equation autoregression component of the first order is significant, but estimated value of the autoregression parameter is very small. The coefficient of d1 is insignificant, while coefficient of d2 is significant and contains negative sign. This evidence confirms that recent European sovereign debt crisis had negative impact on the stock return in Czech Republic by 18.7% with assumption that residuals follow normal distribution. Box-Ljung Q test statistics of the standardized residuals for the remaining serial correlation in the mean equation shows that autocorrelation is not significant at the 5% level. As far as conditional variance equation concern, the value of β coefficient is highly significant which shows that persistence volatility

clustering prevails in PX50 stock index. Value of γ coefficient is statistically significant which show that asymmetry information impact exist in this stock market and that negative shock has stronger impact on the volatility than the positive shock. Positive sign of the coefficient δ indicate that higher risk brings higher return. The coefficient d1 is positive and significant while coefficient d2 is statistically insignificant. Results indicate that recent global financial crisis positively hit volatility of stock return by 6.2% with assumption that residuals follow normal distribution

Table 3: Parameter estimation of GARCH models with normal distribution of the standardized residuals

Indices	BUX	BELEX15	PX50	BET
Mean equation				
Constant		0.122 (0.01)	0.048 (0.03)	
AR(1)		0.615 (0.00)	0.055 (0.00)	0.125 (0.00)
MA(1)		-0.383 (0.00)		
d1				
d2			-0.187 (0.02)	
Volatility equation				
c	0.007 (0.00)	0.114 (0.00)	0.070 (0.00)	0.138 (0.00)
α	0.087 (0.00)	0.244 (0.00)	0.117 (0.00)	0.120 (0.00)
β	0.904 (0.00)	0.943 (0.00)	0.849 (0.00)	0.794 (0.00)
θ				
γ			0.437 (0.00)	0.065 (0.00)
δ			1.021 (0.00)	
d1	0.103 (0.02)	0.409 (0.00)	0.062 (0.00)	0.282 (0.00)
d2	0.028 (0.01)			-0.041 (0.00)
Specification tests				
Q(30)	39.67 (0.11)	68.10 (0.00)	39.72 (0.11)	32.99 (0.27)
Q ² (30)	11.55 (0.99)	32.13 (0.20)	36.68 (0.54)	35.88 (0.17)
JB	277.78 (0.00)	278.35 (0.00)	132.22 (0.00)	1275.69 (0.00)
ARCH (10)	3.09 (0.97)	11.64 (0.30)	11.26 (0.34)	14.85 (0.13)

SOURCE: Author's calculations. Note: P values of corresponding test statistics are given in parentheses.

Table 4: Parameter estimation of GARCH models with *Student's t* distribution of the standardized residuals

Indices	BUX	BELEX15	PX50	BET
Mean equation				
Constant		0.098 (0.04)	0.058 (0.00)	
AR(1)		0.627 (0.00)	0.041 (0.03)	0.094 (0.00)
MA(1)		-0.405 (0.00)		
d1		-0.326 (0.04)		
d2			-0.186 (0.02)	
Volatility equation				
c	0.008 (0.00)	0.122 (0.00)	0.057 (0.00)	0.125 (0.00)
α	0.089 (0.00)	0.244 (0.00)	0.112 (0.00)	0.186 (0.00)
β	0.899 (0.00)	0.671 (0.00)	0.863 (0.00)	0.754 (0.00)
θ				
γ			0.381 (0.00)	0.061 (0.04)
δ			1.092 (0.00)	
d1	0.137 (0.03)	0.496 (0.00)	0.057 (0.01)	0.385 (0.02)
d2	0.035 (0.02)			
Number of degrees of freedom				
ν	9 (0.00)	5 (0.00)	11 (0.00)	5 (0.00)
Specification tests				
Q(30)	39.31 (0.12)	68.87 (0.00)	30.81 (0.07)	38.04 (0.13)
Q ² (30)	11.22 (0.99)	32.36 (0.26)	34.33 (0.22)	28.86 (0.47)
JB	289.47 (0.00)	291.56 (0.00)	148.22 (0.00)	2376.08 (0.00)
ARCH (10)	2.73 (0.98)	11.65 (0.30)	10.58 (0.39)	12.31 (0.26)

SOURCE: Author's calculations. Note: P values of corresponding test statistics are given in parentheses

BET stock index best describes TGARCH (1,1) model regardless of whether it is assumed that the residuals have a normal distribution or the Student's t distribution. In the mean equation autoregression component of the first order is significant, but estimated value of the autoregression parameter is very small. With the respect to the mean equation, coefficient d1 and d2 reveals that the existence of global financial and European sovereign debt crisis is not significant in influencing stock index. As far as conditional variance equation concern, the value of β coefficient is highly significant which shows that persistence volatility clustering prevails in BET stock index. Value of γ coefficient is statistically significant and has positive sign which indicate that asymmetry information impact exist in this stock market and negative shock has stronger impact on the volatility than the positive shock as well as that higher risk brings higher return. The coefficient d1 is positive and significant regardless of whether it is assumed that the residuals have a normal distribution or the Student's t distribution while coefficient d2 is

statistically significant with assumption that residuals follow normal distribution, while with assumption that residuals follow Student's t distribution it is statically insignificant. This evidence confirms that recent global financial crisis positively hit volatility of stock return by 28.2% with assumption that residuals follow normal distribution and 38.5% with assumption that residuals follow Student's t distribution. In addition, the evidence confirms that European sovereign debt crisis had negative impact, which is contrary to expectations, on volatility of stock return by 4.1% with assumption that residuals follow normal distribution.

4. CONCLUDING REMARKS

The aim of this study is to envisage the impact of global financial (GFC) and European sovereign debt crisis (ESDC) on stock markets of CEEC countries (Czech Republic, Hungary, Romania and Serbia). Analysis was conducted for the period January 4, 2000 to December 21, 2012 in respect. Econometric methodology is based on different version of GARCH specification. The influence of global financial and European sovereign debt crisis in models has been seen by the use of dummy variables.

Overall results imply that global financial has no impact on stock returns in selected CEEC countries. The European sovereign debt crisis has impact on stock return only in the case of PX50 stock index.

Estimates obtained by our calculation imply that global financial crisis increased enhanced volatility in selected stock market indices and that this impact is strongest on Romanian stock market. It might be due to loss of confidence of domestic investors in markets because of continuous withdrawal of foreign institutional investments. Moreover, results of empirical analysis confirm that European sovereign debt crisis has caused impact on increasing enhanced volatility in case of BUX and negative in the case of BET stock market index.

REFERENCE

- [1] Adamu, A. (2010). Global financial crisis and Nigerian stock market volatility. *Managing the challenges of Global Financial Crisis in Developing Economies. Proceeding of the National Conference*, 102-113.
- [2] Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics* 31, 307-327.
- [3] Bordo, M., & Eichengreen, B. (1999). Is Our Current International Economic Environment Unusually Crisis Prone? In D. Gruen, & L. Gower, *Capital Flows and the International Financial System* (pp. 50-69). Sydney: Reserve Bank of Australia.
- [4] Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica* 50, 987-1007.
- [5] Koksal, B., & Orhan, M. (2012). Market risk of developed and developing countries during the global financial crisis. *MPRA Paper No.37523*, 1-21.
- [6] Lianto, G.M., & Badiola, A.R. (2009). The impact of global and microfinance in Asia. *Discussion Paper Series No. 2009-24. Philippine Institute for Development Studies*.
- [7] Lim, K., Brooks, R.D., & Kim, J.H. (2008). Financial crisis and stock market efficiency: Empirical evidence from Asian countries. *International Review of Financial Analysis* , 571-591.
- [8] McMillan, D.G., & Thupayagale, P. (2010). Evaluating Stock Index Return Value-at-Risk Estimates in South Africa: Comaparative Evidence for Symmetric, Asymmetric and Long Memory GARCH Models. *Journal of Emerging Market Finance*, 9, 325-345.
- [9] Mladenović, Z., Miletić, M. & Miletić, S. (2012). Value at Risk in European emerging economies: an empirical assessment of financial crisis period. *From Global Crisis to Economic Growth. Which Way to Take?* (pp. 553-575). Belgrade: University of Belgrade, Faculty of Economics.
- [10] Olowe, R.A. (2009). Stock Return, Volatility And The Global Financial Crisis In An Emerging Market: The Nigerian Case. *International Review of Business Research Papers*, 5(4), 426-447.
- [11] Rafaqet, A., & Muhammad, A. (2012). Impact of global financial crisis on stock markets: Evidence from Pakistan and India. *Journal of Business Management and Economics*, Vol.3 (7) , 275-282.
- [12] Ravichandran, K., & Maloain, A. M. (2010). The global financial crisis and stock market linkages: Further evidence on GCC Market. *Journal of Money, Investment and Banking*, 16, 46-56.
- [13] Tsay, R.S. (2002). *Analasys of Financial Time Series*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [14] Verma, S., & Mahajan, N. (2012). Stock Return, Volatility and Global Financial Meltdown: The Behaviour of Indian Stock Market. *International Journal of Arts and Commerce*, 1(7), 166-178.



TESTOVI STABILNOSTI KOINTEGRACIONIH PARAMETARA – PRIMER TRŽIŠTA RADA SRBIJE

COINTEGRATION PARAMETER CONSTANCY TESTS - EVIDENCE FROM SERBIAN LABOUR MARKET

ALEKSANDRA ANIĆ

Faculty of Economics, University of Belgrade, Belgrade, aleksandraanic@ekof.bg.ac.rs

Abstrakt: Cilj rada je da prikaže testove stabilnosti parametara u kointegrisanom VAR modelu (CVAR). Grafički prikaz rekurzivnih testova stabilnosti parametara se koristi prilikom testiranja da li su ocenjeni parametri ekonometrijskog modela stabilni tokom perioda posmatranja. Prikazani testovi su primenjeni na prethodno ocenjeni CVAR model tržišta rada u Srbiji sa dve promenljive (stopa nezaposlenosti i realne plate) u periodu 2008-2011. S obzirom na to da je u pitanju period jake recesije, moguće je da ocenjeni koeficijenti nisu konstantni tokom posmatranog perioda. Rezultat istraživanja je da je ocenjeni model kongruentan sa budućim informacijama iz uzorka. Nulta hipoteza da su ocenjeni koeficijenti konstantni tokom perioda posmatranja ne može biti odbačena.

Ključne reči: Kointegracija, Testovi stabilnosti parametara, Karakteristične vrednosti, X-model, R-model

Abstract: The purpose of the paper is to present parameter constancy tests for the cointegrated VAR model (CVAR). The graphs for recursive parameter constancy tests are used in order to detect whether the estimated econometric model suffers from non-constancy. The tests are obtained for previously estimated CVAR model for Serbian labour market with two variables (unemployment rate and real wages) in period 2008-2011. Since that period is characterized by extreme economic recession, estimated parameters might suffer from non-constancy. The results show that estimated model is congruent also with respect to future sample information. The hypothesis that the estimated coefficients are constant over the period considered cannot be rejected.

Keywords: Cointegration, Parameter constancy tests, Eigenvalues, X-form, R-form

1. INTRODUCTION

A very important feature of any empirical model is to be resistant to regime change and that estimated parameters remain unchanged by adding new observations in the model. The importance of testing and evaluating economic models is central to the Progressive modeling approach defined by London School of Economics (LSE). Several evaluation criteria are defined, and one of them is the subject of my research.

The econometric model should be congruent with respect to past, present and future sample information. The congruence with respect to future sample information means that estimated econometric model must not suffer from predictive failure or parameter non-constancy (Mizon, 1995). Although it is important, it is not enough that the estimated model satisfies only prior theory and statistical properties. Parameter constancy tests have become very important nowadays. A model with characteristics that change with the modest extensions to the estimation period is clearly failing to represent important features of the data generated process and is thus likely to yield poor inferences, whether these be parameter estimates, tests of hypothesis, or predictions (Mizon, 1995).

Hansen and Johansen (1999) consider some tests for parameter constancy in the cointegrated VAR model (CVAR) by means of simple graphical evaluation of recursively calculated eigenvalues.

The paper is structured as follows. The Section 2 gives a brief overview of parameter constancy tests, while the section 3 presents empirical results. Graphs for parameter constancy tests are presented using the estimated CVAR for bi-variable model of unemployment rate and real wages in Serbia in period 2008-2011 (cf. Anić and Mladenović, 2013). The WinRats software gives a variety of diagnostic tools used in order to check parameter constancy, and all the reported graphs are made by it. Section 4 presents concluding remarks.

2. OVERVIEW OF COINTEGRATION PARAMETER CONSTANCY TESTS

The purpose of this part is to find out whether the full sample period $1, \dots, T$, defines a constant parameter regime and, when this is not the case, to identify where in the sample period the data strongly suggest a change in the structure. There is a variety of recursively calculated tests of parameter constancy starting from a baseline model estimated for a subsample period $1, \dots, T_1$, where $T_1 < T$, and then recursively extending the end point of the recursive sample, t_1 , until the full sample is covered, i.e. $t_1 = T_1, T_1+1, \dots, T$ (Juselius, 2006).

Most of the recursive graphs are based on two versions of the model: the full model version, the X-form and the concentrated model version, the R- form. The question is, in case the two model versions give different test results (they often do), which one to choose and how to interpret the results. For deriving the concentrated model version see Juselius (2006).

Let us consider a situation where the model suffers from non-constant parameters in the short-run structure, but not in the long-run. These tests are likely to accept, correctly, parameter constancy of the long-run structure, whereas the X-form tests are more likely to be influenced by the instability in the short-run coefficients. Thus, when the recursive tests based on the R-form look more “stable” than the X-form over time, as they frequently do, it suggests instability in the short-run coefficients. Another case where the two versions are likely to differ is when the baseline sample is very short. Because the X-form version re-estimates all parameters, the degrees of freedom are fewer than for the R-form. This can lead to increased volatility in the X-form graphs, in particular at the beginning of the recursive sample (Juselius, 2006).

Finding non-constancies in almost any empirical model is very common. The question that is important to answer whether parameter non-constancy is serious enough to lead to a rejection of the estimated model. Analysing both model versions at the same time may be confusing. The likelihood ratio test (LR) for the cointegration rank (Johansen trace test) is based on the concentrated model version (R-form). Cointegration rank is not influenced by the instability of short-run dynamics. Although both graphs should be taken into consideration, the priority may be given to the graphs based on the R-form.

Among many of parameter constancy tests I will present two main groups of tests: the recursive tests based on the eigenvalues (λ) and the recursive tests of the constancy of the cointegration space. The recursive tests based on the eigenvalues are: Trace test, Eigenvalues and Fluctuation tests. The recursive tests of the constancy of the cointegration space are Max test of constant β and Tests of “ β_i equals a known β ”. Null hypothesis is defined as parameters are constant in all cases.

The recursively calculated trace test statistics, divided by the 95% quantile is defined as:

$$\tau(j) = \{-t_1 \sum_{i=1}^j \ln(1 - \hat{\lambda}_i)\} / C_{.95}^*(j), \quad (1)$$

where $j=1, \dots, p$, p is the number of cointegration vectors in CVAR, $t_1=T_1, \dots, T$. The graph of recursively calculated trace test statistics provides a first visual impression of whether the cointegration relations are reasonably constant or not. If α_i and β_i are reasonably constant, then λ_i will also be constant and the graph, $-t_1 \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$, will grow linearly with the slope coefficient $\ln(1 - \hat{\lambda}_i)$.

The graphs of recursively calculated eigenvalues show the time paths of the recursively calculated r largest eigenvalues λ_i from the unrestricted VAR model and their 95% confidence bands.

The fluctuation test is a recursively calculated constancy test of the individual λ_i , $i=1, \dots, r$, as well as a weighted average of them. This test can be considered a recursive constancy check of β_i and α_i , $i=1, \dots, r$. The fluctuation test is defined by:

$$\tau_i(t_1) = \frac{t_1}{T} \sqrt{T} \sum_{ii}^{-1/2} (\hat{\lambda}_{i,t_1} - \hat{\lambda}_{i,T}), \quad (2)$$

where Σ_{ii} is the variance of λ_i defined in Hansen and Johansen (1999). The test is the supremum test and is regarded as rather conservative with respect to the null hypothesis of constancy. Thus, the power of rejecting parameter constancy when there is non-constancy in the model may not be very high. On the other hand, a rejection by this test is often a strong signal of parameter non-constancy. Since the test distinguishes between

the constancy of individual λ_i , it is sometimes possible to isolate the sources of non-constancy to a specific cointegration relation.

If the estimated eigenvalues seem to be changing over time based on the above tests (tests based on eigenvalues), then we might ask whether it is because β or α is changing.

The max test of constant β focuses on testing changes in β . The hypothesis tested is:

$$H_\beta : \hat{\beta}_{t_1} = \beta_0, \tag{3}$$

for $t_1=T_1, \dots, T$, where $\beta_0 = \hat{\beta}_T$. The asymptotic distribution of the test statistic is given as a function of Brownian motions and its distribution has been determined by simulation.

Test of ' β_i equals a known β ' is based on the following idea. It should be started with the null hypothesis that the beta relations are constant over a reference period which, for example, can be the full sample period or a subset of it. If one strongly believes that the full sample period defines a constant parameter regime, then it seems advisable to choose the reference period to be the full sample period. The purpose of the recursive testing is then to check whether the constancy hypothesis is in fact acceptable. On the other hand, if one knows from the outset that the full sample period covers several regimes, which might have caused the VAR parameters to change, it seems advisable to choose the reference period to be a subset of the sample defining the regime. The recursive testing will then tell us whether the parameters remained constant when extending the sample beyond the reference period. For deriving test statistics see Juselius (2006).

3. EMPIRICAL RESULTS

Graphs for parameter constancy tests will be presented for the CVAR model used to estimate log-run relationship between unemployment rate and real wages (Anić and Mladenović, 2013).

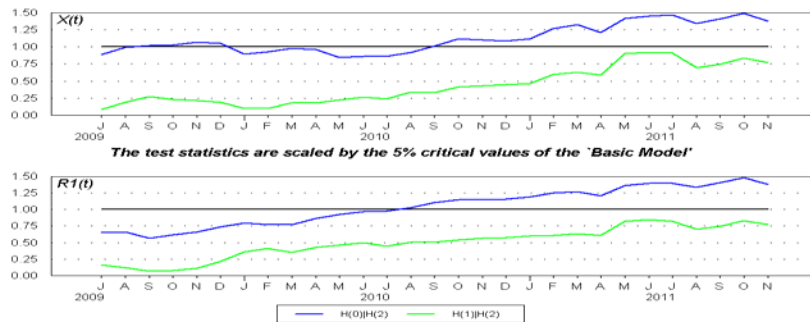


Figure 1: Trace test

The number of test statistics above unit corresponds to the number of cointegrating relations at the 5% significance level. The X-form model suggests the presence of the cointegration for almost all sample considered, while R-form model implies cointegration only after July 2010.

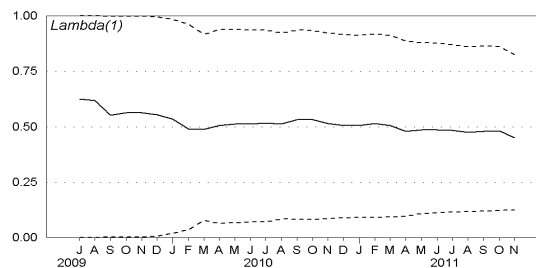


Figure 2 Eigenvalues

Figure 2 shows time paths of r largest eigenvalues of the unrestricted VAR model, in this case λ_1 , and their 95% confidence bands. Non-constancy of estimated β_i and α_i will be reflected in the eigenvalue λ_i . The estimate shows very little time dependency.

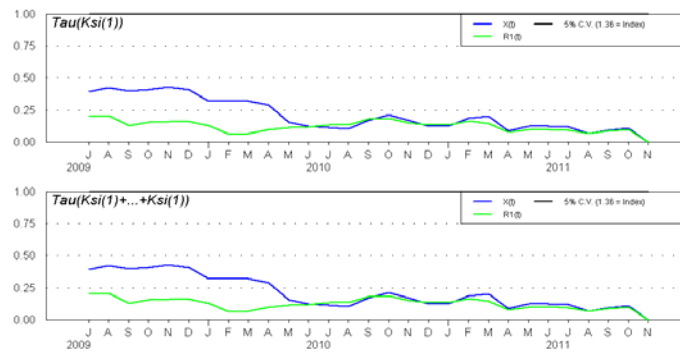


Figure 3 Fluctuation tests of the eigenvalues

The null hypothesis for the parameter constancy is not rejected since tests calculated for both X-form and R-form are lower than the 5% critical value. In fact, the values are scaled by the 5% critical value, such that graphs suggest stability if values are less than 1.

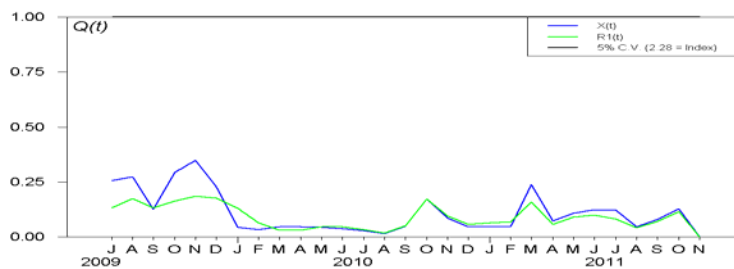


Figure 4 Test of beta constancy

The null hypothesis that beta is constant can not be rejected but, as already explained, this test is rather conservative, and the power of a rejecting parameter constancy when there is non-constancy in a model is not high.

Two graphs for the test of β = "Known Beta" are presented. The choice of a sample for a "Known Beta" is very important.

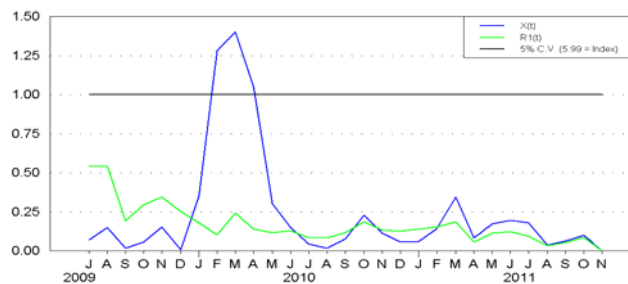


Figure 5 Test of β = "Known Beta", sample range for "known" Beta: [2008:05, ..., 2011:11], base sample: [2008:05, ..., 2009:07]

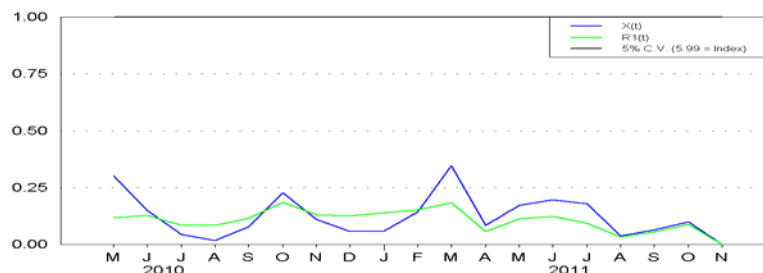


Figure 6 Test of β = "Known Beta", sample range for "known" Beta: [2008:05, ..., 2011:11], base sample: [2008:05, ..., 2010:05]

The non-constancy of the estimated beta is clearly seen in the period December 2009 – Jun 2010. The explanation can be found in the extreme crisis period that had a great influence on the Serbian labour market. As already mentioned, the X-form is influenced by the instability in the short-run coefficients. A null hypothesis cannot be rejected for R-form (concentrated model version). Again, values are scaled by the appropriate critical value. Therefore we compare calculated values with 1.

The null hypothesis of parameter constancy could not be rejected for the period May 2010 - December 2011 (post crises period).

Analysing different recursive graphs I may conclude that the estimated model doesn't suffer from non-constancy of the estimated parameters.

4. CONCLUSION

The paper presents cointegration parameter constancy tests for the estimated CVAR model of unemployment rate and real wages in Serbia in period 2008-2011. These tests are used in order to check whether estimated econometric model suffers from predictive failure or parameter non-constancy.

Testing for the constancy is of enormous interest when the model covers a change in economic policy, which was certainly the case after 2008 in Serbia. The paper highlights the results of recursive tests of parameter constancy, and briefly explains their meanings. Although the time period considered is not homogenous, the estimated model appears to have stable parameters. Therefore, the estimated CVAR model is congruent with future sample information.

REFERENCES

- [1] Anić, A. & Mladenović, Z. (2013). Econometric Modelling of Unemployment in Serbia. Submitted to BALCOR13
- [2] Hansen, H. & Johansen, S. (1999). Some tests for parameter constancy in cointegrated VAR-models. *Economics Journal*, 2, 306-333.
- [3] Juselius, K. (2006). *The Cointegrated VAR Model, Methodology and Applications*. Oxford university press. Oxford
- [4] Mizon, G.E. (1995). Progressive Modeling of Macroeconomic Time Series, The LSE methodology. In K.D. Hoover, *Macroeconometrics, Developments, Tensions, and Prospects* (107-170). Kluwer Academic Publishers. Boston/Dordrecht/London



SUBJEKTIVNE VEROVATNOĆE I HETEROGENOST INVESTITORSKIH STAVOVA

CONDITIONAL PROBABILITY AND HETEROGENOUS BELIEFS OF INVESTORS

JELENA MINOVIĆ

Institut ekonomskih nauka, Beograd, jelena.minovic@ien.bg.ac.rs

Rezime: Rad objašnjava razliku između klasičnih i bihejvioralnih finansija. U tom kontekstu razmatrane su i analizirane uslovne verovatnoće kao i Bayesovo pravilo. Inače, uvođenje bajesijanske analize u kontekst efikasnosti relacije očekivana vrednost-varijansa je veoma značajno, jer bajesijanska analiza dozvoljava uvođenje prethodnih informacija kao i adresiranje nekih od nedostataka klasičnog prilaza kao što je čista dihotomija između prihvatanja i odbijanja modela. Srpsko tržište je okarakterisano visokom informativnom asimetrijom među investitorima, stoga se javlja neophodnost razmatranja asimetričnih informacija, kao i njihovih heterogenih stavova. U radu je analizirana razlika u pristupu racionalnih i iracionalnih investitora i predstavljena je mera razmimoilaženja njihovih stavova.

Cljučne reči: Subjektivne verovatnoće, racionalni i iracionalni investitori, Bayesovo pravilo.

Abstract: In this paper I explain the difference between traditional and behavioural finances. In this context, I discussed and analyzed conditional probabilities, and Bayesian rule. Otherwise, it is important to introduce Bayesian analysis in the context of efficiency relation between the expected mean-variance. Bayesian analysis allows the introduction of prior information as well as addressing some of disadvantages of traditional approaches such as pure dichotomy between acceptance and rejection of the model. The Serbian market is characterized by high information asymmetry across investors, thus arises the necessity of considering asymmetric information, and their heterogeneous attitudes. This paper analyzes the differences in the approach of rational and irrational investors and presented a measure of differences in their attitudes.

Keywords: Conditional probability, rational and noise investors, Bayes Rule.

1. UVOD

U tradicionalnoj teoriji finansija¹ postoji efikasno tržište koje je pretpostavio Fama (1970). Na ovom tržištu, nema mesta aktivnoj strategiji investiranja zbog toga što nema potcenjenih niti precenjenih akcija. U ovoj teoriji, modeli su zasnovani na racionalnom ekonomskom ponašanju koje dobro objašnjava i predviđa cene na tržištu. Sve volatilnosti cena su uzrokovane prethodnim događajima. Nasuprot ovoj, klasičnoj teoriji, postoji teorija bihejvioralnih finansija² (Haugen, 2002). Hirshleifer (2001) tvrdi da bihejvioralne finansije nude alternativna objašnjenja za ključno pitanje zašto cene odstupaju od svojih osnovnih vrednosti. Njegov ključni argument je zasnovan na tvrdnji da ljudsko ponašanje i percepcije predstavljaju dva ključna elementa finansijskog odlučivanja. Andrikopoulos (2007) smatra da je ovo gledište dovelo do traganja za novim modelima i idejama koje mogu da objasne i predvide tržišno ponašanje iz različitih psiholoških predrasuda. Po ovoj teoriji tržište ne obraća pažnju na bazne vrednosti (engl. fundamentals). U ekstremnom slučaju, tržište je kratkoročno gledano, u stanju potpunog i nepredvidljivog haosa. Tada modeli zasnovani na racionalnom ekonomskom ponašanju postaju nevažeci, dok modeli zasnovani na ponašanju (takozvani bihejvioralni modeli) počinju da dominiraju. Ovi modeli se fokusiraju na pristrasnosti (engl. bias³) u reakcijama ponašanja na realne ekonomske događaje. U ekstremnoj interpretaciji ove teorije, tržište ne reaguje na stvarne ekonomske događaje, već samo na svoje sopstvene promene. Haugen (2002) smatra da modeli tradicionalne finansijske teorije imaju jako nisku objašnjavajuću moć, a što je još važnije imaju veoma nisku prediktivnu moć. Haugen smatra da su investitori veoma zainteresovani za prediktivnu moć modela, stoga će modeli iz bihejvioralnih finansija imati nadmoć nad tradicionalnom teorijom.

¹ Haugen (2002) ovu teoriju naziva savremenim finansijama (engl. Modern Finance).

² Haugen (2002) ovu teoriju naziva novim finansijama (engl. New Finance).

³ Aspekti pristrasnosti neefikasnog tržišnog vrednovanja kojom tržište ima tendenciju da potcenjuje moć konkurentnog ulaska i izlaska i time precenjuje dužinu kratkoročnosti (engl. length of the short run) (Haugen, 2002).

George Akerlof (1970) smatra da ako je informacija dovoljno asimetrična, tržište može potpuno nestati. Specijalno, na srpskom tržištu, kao jednom malom graničnom tržištu, veoma je zastupljena informaciona asimetrija. Izveštavanje javnosti u Srbiji nema nikakva ozbiljna pravila, već se sve svodi na masovnu upotrebu insajderskih informacija. Šoškić i Živković (2007) navode da je državna regulacija osnovna forma eliminisanja informacione asimetrije. Državna regulacija, kroz povećanje informacija dostupnih investitorima, smanjuje rizik negativne selekcije što je neophodno za efikasno funkcionisanje javnih tržišta hartija od vrednosti. Šoškić i Živković tvrde da rizik informacione asimetrije ne može biti u potpunosti otklonjen. Zbog toga što s jedne strane, samo podaci nisu od dovoljne koristi investitorima koji ne umeju celovito da ih interpretiraju. S druge strane, uvek će biti menadžera koji će želiti da poprave sliku o svom preduzeću uz pomoć neistinitih ili nepotpunih informacija.

Uvođenje bajesijanske analize u kontekst efikasnosti relacije očekivana vrednost-varijansa je veoma značajno. Iz tog razloga u ovom radu su uvedene i razmatrane subjektivne verovatnoće. Nasuprot ovim verovatnoćama, objektivne verovatnoće bi bile one verovatnoće realizacije nekog stanja koje su iste za sve investitore i svi investitori ih procenjuju na isti način (Urošević, 2008). Bajesijanska analiza dozvoljava uvođenje prethodnih informacija kao i adresiranje nekih od nedostataka klasičnog prilaza kao što je čista dihotomija između prihvatanja i odbijanja modela.

Rad sadrži pored uvodnog (prvo poglavlje) i zaključnog dela (peto poglavlje) drugo poglavlje u kome je dat opsežan pregled literature iz ove oblasti, zatim treće poglavlje u kome je analizirana razlika u pristupu racionalnih i iracionalnih investitora i predstavljena je mera njihovog razmimoilaženja u stavovima, i četvrto poglavlje u kojem su opisane subjektivne verovatnoće i Bayesova hipoteza.

2. PREGLED LITERATURE

Teorije informacione asimetrije i mikrostrukture tržišta obezbeđuju uvid u opštu likvidnost kao i u transmisiju likvidnosti. Zbog toga, neki autori ističu značaj heterogenih informacija koje su uslovljene nivoima likvidnosti tržišta. Osnovni problem sa kojim se suočavaju istraživanja koja povezuju vrednovanje aktive sa ponašanjem investitora se fokusira na pitanje da li cene hartija od vrednosti mogu odstupati od fundamentalnih ekonomskih vrednosti kao rezultat delovanja iracionalnih investitora za razliku od dobro informisanih pronicljivih spekulanta. Teorija arbitražnih ograničenja koju su postavili Shleifer i Vishny (1995) pokazuje kako se ovo može desiti, i razmatra empirijske dokaze koji povezuju trgovanje malih (engl. retail) investitora sa dinamikom cena akcija na agregatnom nivou. Proučavanje faktora investitorskih stavova pokazuje da oni mogu dovesti do razlika u realizaciji prinosa između različite klase aktive. Dokazano je da investitori zahtevaju premiju u prinosu akcija koje su izložene nekom faktoru investitorskog stava (Elton et al., 2007).

Fernandez (1999) navodi da je ponašanje tržišnih učesnika možda i najvažniji faktor ili skup faktora koji utiču na likvidnost tržišta. Tržište će postati manje ili više likvidno, u zavisnosti od ponašanja tržišnih učesnika. Fernandez naglašava da je druga ključna osobina homogenost ponašanja tržišnih učesnika. Ova osobina se reflektuje kroz: sličnost transakcija i investicionih horizonata, sličnost u sistemima upravljanja rizikom i njihovim operacijama, kao i odbijanje relativnog učešća nerezidentnih portfolio investitora u domaćim finansijskim tržištima. Autor naročito ističe faktor koji bitno utiče na homogenost ponašanja, a to je opadanje učešća i značaja stranih portfolio investitora na tržištu.

Barberis, Shleifer i Vishny (1998) ukazuju na to da je veliki uticaj pristrasnosti u investicionom odlučivanju. Najpoznatije dve psihološke pristrasnosti su da investitori slabo ili preterano reaguju na nove javno dostupne informacije. Pristalice bihevioralnih finansija smatraju da različiti stavovi u trgovanju i tok informacija na tržištu može izazvati iracionalno ponašanje investitora (Andrikopoulos, 2007).

Kada je prava raspodela privatnih procena nepoznata, investitori ažuriraju svoje stavove koristeći Bajesov zakon i celu istoriju kvota i trgovanja. Biais i Bossaerts (1998) razmatraju da su agenti racionalni, to jest da oni maksimizuju očekivanu korisnost. Oni koriste Bajesov zakon da bi formirali očekivanja i racionalno predviđaju strategije svojih protivnika (oni razmatraju perfektnu bajesijansku ravnotežu). Ovi autori uvode pretpostavku da investitori imaju različite prethodne verovatnoće. Odnosno, dozvoljeno je da se investitori ne slažu u svojim stavovima. Biais i Bossaerts pokazuju da zajedničko znanje o „pravilu formiranja stava“, stvara privatni stav svakog investitora. Na primer, spekulanti kupuju aktivu u nadi da će je kasnije prodati investitorima sa većim privatnim procenama. Ako agenti nisu sigurni oko raspodele privatnih procena i oko stavova drugih investitora oko ove raspodele, tada nastaje beskonačna hijerarhija stavova. Beskonačna hijerarhija stavova se lako rešava pomoću Bajesovog zakona (Biais i Bossaerts, 1998).

Garcia, Sangiorgi i Urošević (2006) analiziraju finansijsko tržište u kome koegzistiraju racionalni i prekomerni (engl. overconfident) agenti i donose odluke o bogaćenju u vidu endogenih informacija. Ovi autori su pokazali da sticanje odluka u vidu endogenih informacija značajno predviđa vezu sa modelima sa

egzogenim raspodelama informacija. Konkretno, postoji ekonomija u kojoj ravnotežna cena odgovara onoj endogeno nastaloj u ravnoteži racionalnih očekivanja. Racionalni agenti reaguju na prisustvo prekomernih agenata smanjujući svoje informacije. Prinosi objavljenog trgovanja su manji kada prekomerni agenti trguju mnogo agresivnije i samim tim više otkrivaju svoje informacije putem cene. S druge strane, ovi autori pokazuju da se obim trgovanja povećava prekomerno. Njihovi rezultati daju uvid u interakciju prekomernosti, sticanja informacija i otkrivanja cene na finansijskim tržištima.

Trifunović (2008) razmatra ravnotežu u kompetitivnim tržištima sa agentima koji imaju asimetrične informacije. Autor je koristio ravnotežni koncept racionalnih očekivanja (engl. Rational Expectations Equilibrium, REE) da bi opisao neke od dodatnih uloga ravnotežnih cena za razliku od Walrasijanske ravnoteže (engl. Walrasian equilibrium) u kojoj je ravnotežna cena samo indikator relativne oskudice.

3. RACIONALNI I IRACIONALNI INVESTITORI

Veliki problem investitorima predstavlja problem odlučivanja u uslovima neizvesnosti. Osnovna oblast istraživanja u finansijama se odnosi na pitanje kako ljudi zaista donose odluke kada se suoče sa rizikom. Investitori se razlikuju i prema stepenu prihvatanja rizika. Zbog toga investitorska očekivana korisnost ima različit oblik (konkavna, konveksna ili linearna) u zavisnosti od stava investitora prema riziku. Markowitz (1952) je predložio jedno od prvih rešenja ovog problema postavljajući teoriju prema kojoj investitorov stav prema različitim veličinama hazarda se podrazumeva u poređenju sa njegovim „uobičajenim bogatstvom“. Markowitz-ev model podrazumeva da je investitorova funkcija korisnosti konveksna na nekim mestima, a konkavna na drugim, što je potpuno različito od tipične pretpostavke da je funkcija korisnosti monotona konkavna. Modeli klasičnih finansija generalno podržavaju stav odbojnosti prema riziku, što je racionalan odnos prema neizvesnosti. Neki istraživači nakon Markowitz-a su dali dokaze za postojanje modela u kojima odbojnost prema riziku (ili prihvatanje rizika) u mnogome zavisi od načina na koji investitor formuliše i koncipira rizik. U ovim modelima, investitorova psihologija, stavovi ili heuristika igraju veliku ulogu u određivanju investitorovog izbora (Elton et al., 2007).

U ovom kontekstu važan je i argument koji su razvili DeLong, Shleifer, Summers i Waldmann (1990) o dve vrste trgovaca: iracionalni trgovci (engl. noise traders⁴) i sofisticirani ili racionalni trgovci. Iracionalni trgovci pogrešno veruju (imaju netačne stavove o posebnim informacijama) da imaju posebne informacije o budućim cenama rizične aktive. Na primer, oni koriste signale tehničke analize, berzanskih posrednika (brokera) ili ekonomskih konsultanata i iracionalne stavove da ovi signali nose informacije. Sa druge strane, iracionalni trgovci mogu u formulisanju svojih investicionih strategija, da pokažu zabludu oko preterane subjektivne izvesnosti. Oni vrše izbor svojih portfolija na osnovu ovih nekorektnih stavova. Za racionalne trgovce optimalno je da se iskoristi pogrešna percepcija iracionalnih trgovaca. Racionalni trgovci kupuju kada iracionalni trgovci snižavaju cene i prodaju kada iracionalni trgovci podižu cene. Takve aktivne suprotne investicione strategije pomeraju cene prema osnovnim vrednostima (DeLong et al., 1990), (Hommes, 2005). Važno pitanje je koji tip trgovaca, racionalni ili iracionalni trgovci zarađuju relativno visoke prinose. Friedman (1953) tvrdi da iracionalni trgovci koji utiču na cene imaju niže prinose nego racionalni investitori. Njemu suprotno istraživanje DeLong et al. (1990) pokazuje da iracionalni trgovci zarađuju više očekivane prinose od racionalnih trgovaca (Hommes, 2005).

Informacije koje drže informisani trgovci su heterogene, tako da konkurencija među obavještenim trgovcima nije dominantna. Tržište postaje manje likvidno zbog povećane mogućnosti negativne selekcije koja nastaje zbog povećanog broja informisanih trgovaca (Admati i Pfleiderer, 1988), (Foster i Viswanathan, 1996). Prema argumentima tržišne racionalnosti, iracionalno trgovanje ne može opstati dugoročno, zbog toga što efikasni racionalni arbitražeri efektivno eliminišu nejavno trgovanje. Tržišta mogu biti racionalna, čak i ako individualni investitori to nisu (Andrikopoulos, 2007). Racionalni arbitražeri moraju imati na umu rizik da stavovi iracionalnih investitora mogu postati izraženiji i nepredvidljiviji. Taj faktor nazivaju rizik iracionalnog investitora. Rizik iracionalnog investitora je nedeljiv, sistematski i racionalni arbitražeri ga mogu oceniti. Shodno tome, DeLong i saradnici (1990) ističu da će nesofisticirano trgovanje biti razmotreno kao novi izvor sistematskog rizika (Andrikopoulos, 2007).

Dakle, psihološki, institucionalni i faktori investitorskih stavova ne samo da stvaraju cene koje su udaljene od fer vrednosti, već kreiraju višak volatilnosti na tržištu. Ovaj višak volatilnosti je sistematski i nedeljiv i time postaje faktor od interesa, ali i problem prilikom donošenja investicionih odluka za racionalne i iracionalne investitore. Pored toga, buduće merenje i kvantifikovanje ovih neefikasnosti čini gotovo

⁴ Friedman (1953) je definisao 'noise' trgovce kao one čije se investicione odluke više odnose na psihološke faktore nego principe investicionog menadžmenta.

nemogućim da višak volatilitnosti koju ovi faktori kreiraju može biti kvantifikovan i modelovan na osnovu informacija i podataka iz prošlosti (Andrikopoulos, 2007).

3.1. Mera razmimoilaženja investitorskih stavova

Næs i Skjeltorp (2006) su razvili meru razmimoilaženja investitorskih stavova (engl. Order Book Slope, OBS). OBS meri sadržaj po kojem se investitori ne slažu oko budućih isplata sredstava. Veća vrednost OBS mere znači slabije neslaganje u stavovima investitora. Jezgro promenljive OBS je elastičnost $\frac{\partial Q}{\partial P}$ koja je opisana kao promena količine isporučenih knjigovodstvenih naloga (Q) u funkciji cene (P). Konkretno, promenljiva OBS će biti mesečni prosek dnevnih elastičnosti (Li, 2008).

Mesečna OBS mera može biti izračunata na sledeći način:

$$OBS = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \sum_{z=1}^{Z_t} \frac{1}{2Z_t} (SS_t^z + BS_t^z), \quad (1)$$

gde je Z_t broj opservacija u danu t , SS_t^z i BS_t^z su knjigovodstveni nagibi za kupovnu i prodajnu stranu, respektivno, a N je broj dana trgovanja, u mesecu testiranja (Li, 2008).

4. SUBJEKTIVNE VEROVATNOĆE I BAYESOVO PRAVILO

Da bi se razumele bihevioralne finansije, potrebno je prvo razumeti prirodu procesa odlučivanja koji su zasnovani na principima uslovnih verovatnoća koje je predstavio Bayes⁵. Bajesovo pravilo predstavlja osnovne principe racionalnog odlučivanja. Bajesijanska teorija se slaže da verovatnoća nekog događaja može biti sagledana kao stepen stava neke "idealne" osobe. Ovi stavovi idealnih osoba se smatraju najefikasnijima čak iako su potpuno subjektivni. Pretpostavka je da stavovi idealnih osoba slede osnovne aksiome teorije verovatnoće. Prema bajesijanskom argumentu, racionalno odlučivanje i probablističko rezonovanje treba da se zasniva na ključnom aksiomu indiferentnosti. To znači da ako ne postoji konkretan dokaz u pogledu relativne verovatnoće dva događaja, ove događaje treba uzeti u obzir sa jednakom verovatnoćom (Andrikopoulos, 2007).

U teoriji korisnosti, očekivana korisnost može biti uzeta kao verovatnoća događaja puta primljena isplata u slučaju tog događaja. Rešavanje ovih verovatnoća rezultira Bajesovom definicijom verovatnoće. Početna tačka u teoriji bajesijanske verovatnoće jeste da je verovatnoća interpretirana kao stepen poverenja (engl. *degree of belief*). Investitorski stavovi su uvek subjektivni, a sve verovatnoće koje se pojavljuju u bajesijanskoj teoriji verovatnoće, su uslovne. Interpretacija verovatnoće nije objektivna osobina neke fizičke postavke, već je uslovna na prethodne pretpostavke (Valpola, 2000).

Bajesijanska analiza je postala relevantna za investiciju javnost zbog toga što dozvoljava investitorima objedinjavanje ranijih važnih informacija i analitičkih gledišta u proces konstrukcije portfolia. Bajesijanski sistem dozvoljava portfolio menadžeru da kvantifikuje ranije subjektivne i objektivne informacije i predvidi ocenu performansi aktiva u portfoliu u formi prethodne raspodele verovatnoće. Bajesova paradigma sistematično iskorišćava subjektivne i objektivne informacije tako da menadžer mora kreirati kompletnu sliku o očekivanom riziku i prinosu.⁶

4.1. Bayesova hipoteza

Neka su date sledeće oznake:

- A i B su dva događaja.
- $P(A, B)$ je zajednička verovatnoća dva događaja. To jest P je verovatnoća pojavljivanja ova dva događaja.
- $P(A|B)$ i $P(B|A)$ su uslovne verovatnoće.
- $P(A)$ je prethodna verovatnoća. Može da se tumači kao prethodni stav nekog investitora.
- $P(A|B)$ se naziva krajnja verovatnoća.

⁵ Thomas Bayes (1702–1761).

⁶ <http://www.finanalytica.com/?p=2&lm=39&sm=71>

Bajesovo pravilo opisuje da je $P(A|B) \cdot P(B) = P(A, B)$. Po simetriji dobijamo $P(B|A) \cdot P(A) = P(A, B)$. Verzija Bajesovog pravila opisuje da je verovatnoća pojavljivanja događaja A, s obzirom da se događaj B pojavljuje, jednaka verovatnoći pojavljivanja oba događaja podeljeno sa verovatnoćom B. Matematički je to izraženo kao:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (\text{Shefrin, 2008}), (\text{Andrikopoulos, 2007}). \quad (2)$$

Prema ovom bajesijanskom probablističkom obrazloženju, ažuriranje stavova $P(A|B)$ u vezi sa ishodom A, u svetlu dokaza B, je funkcija prethodnog stava A, verovatnoće $P(B|A)$, i verovatnoće od B. Koristeći zakon uslovnih verovatnoća za međusobno isključive događaje A_k , $k = 1, \dots, n$, dobija se

$$P(B) = \sum_{k=1}^n P(B, A_k) = \sum_{k=1}^n P(B|A_k)P(A_k) \quad (3)$$

Zamenom ove jednačine u gornju dobija se generalizacija Bajesove teoreme, koja je data sa:

$$P(A_i|B) = \frac{P(B|A_i) \cdot P(A_i)}{\sum_{k=1}^n P(B|A_k) \cdot P(A_k)} \quad (4)$$

Bajesova teorema predstavlja probablistički okvir unutar kojeg će racionalne investicione odluke biti napravljene na osnovu svih relevantnih, dostupnih informacija (Andrikopoulos, 2007).

Kahneman i Tversky (1972)⁷ definišu reprezentativnost na sledeći način: osoba koja se oslanja na reprezentativnost “procenjuje verovatnoću neizvesnog događaja, odnosno uzorka, do stepena do kojeg je to: slično u osnovnim osobinama sa svojim matičnim uzorkom; i odražava istaknute osobine procesa po kojem je generisan” (Shefrin, 2008).

Kahneman i Tversky (1972) su postavili hipotezu da kad god je događaj A reprezentativniji od događaja B, onda će događaj A imati veću verovatnoću nego događaj B. Ovaj iskaz je nazvan hipotezom reprezentativnosti. Oslanjanje na reprezentativnost vodi ljude da formiraju sopstvene verovatnoće koji sistematski krše Bajesova pravila. Reprezentativnost navodi ljude da prave predviđanja koja su nedovoljno regresivna u odnosu na očekivani prinos (Shefrin, 2008).

Osnovna poruka istraživanja koja se bave investitorskom psihologijom i ponašanjem je da investitori ne postupaju uvek racionalno i u interesu koji je najbolji za njih. Shiller (1981) tvrdi da socijalni i psihološki faktori imaju potencijal da značajno utiču na cene akcija, što će ih vremenom udaljiti od racionalne, ekonomske vrednosti. Početni predlog da investitorska psihologija može potencijalno objasniti značajnu komponentu prinosa aktive, izazvao je znatan broj budućih istraživanja i debata. Međutim, direktnije ispitivanje uticaja investitorskih stavova su postala nemoguća bez prikupljanja podataka o ponašanju (takozvanih bihejvioralnih podataka) (Elton *et al.* 2007).

5. ZAKLJUČAK

Rad na sistematičan način objašnjava razliku između klasičnih i bihejvioralnih finansija. Haugen (2002) favorizuje modele iz bihejvioralnih finansija i tvrdi da imaju nadmoć nad tradicionalnom teorijom. Dodatno, u radu je analizirana razlika u pristupu racionalnih i iracionalnih investitora i predstavljena je mera njihovog razmimoilaženja u stavovima koju su uveli Næs i Skjeltorp (2006). Imajući u vidu veliku razliku u stavovima i u pristupu racionalnih i iracionalnih investitora, razmatrane su i analizirane subjektivne verovatnoće. Potom je predstavljena i objašnjena Bayesova hipoteza. Bajesijanska analiza dozvoljava uvođenje prethodnih informacija kao i adresiranje nekih od nedostataka klasičnog prilaza kao što je čista dihotomija između prihvatanja i odbijanja modela. Stoga je uvođenje bajesijanske analize u kontekst efikasnosti relacije očekivana vrednost-varijansa veoma značajno. Tema o asimetričnim informacijama i heterogenosti

⁷ citirano u Shefrin (2008).

investitorskih stavova dobija na značaju posebno u Srbiji u periodu krize. Na srpskom tržištu je veoma zastupljena informaciona asimetrija. Izveštavanje javnosti u Srbiji nema nikakva ozbiljna pravila, već se sve svodi na masovnu upotrebu insajderskih informacija. Ukoliko se informaciona asimetrija ne otkloni ili barem ne ublaži na srpskom tržištu, moguće je očekivati porast nelikvidnosti ovog tržišta ili u ekstremnom slučaju njegov nestanak. Imajući u vidu Akerlof-ov (1970) nalaz da tržište može potpuno nestati ukoliko je informacija dovoljno asimetrična.

LITERATURA

- [1] Admati, R., & Pfleiderer, P. (1988). A theory of intraday patterns: Volume and price variability. *Review of Financial Studies*, 1, 3-40.
- [2] Akerlof, G. A. (1970). The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3), 488-500. <http://www.eco.uc3m.es/microii-phd/G%20Akerlof.pdf>
- [3] Andrikopoulos, P. (2007). Modern Finance vs. Behavioural Finance: An Overview of Key Concepts and Major Arguments. *The ICFAI Journal of Behavioural Finance*, 4(2), 53-70.
- [4] Barberis, N., Shleifer, A., & Vishny, R. (1998). A Model of Investor Sentiment. *Journal of Financial Economics*, 49(3), 307-343.
- [5] Biais, B., & Bossaerts P. (1998). Asset Prices and Trading Volume in a Beauty Contest. *The Review of Economic Studies*, 65(2), 307-340.
- [6] DeLong, J.B., Shleifer A., Summers L.H., & Waldman R.J. (1990). Noise Trader Risk in Financial Markets. *Journal of Political Economy*. 98(4), 703-738.
- [7] Elton, E. J., Gruber M. J., Brown S. J., & Goetzmann W. N. (2007). *Modern Portfolio Theory And Investment Analysis*. John Wiley & Sons, 7th Edition.
- [8] Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- [9] Fernandez, F. A. (1999). Liquidity risk: new approaches to measurement and Monitoring. Securities Industry Association, Working Paper, <http://archives2.sifma.org/research/pdf/workingpaper.pdf>
- [10] Foster, D., & Viswanathan S. (1996). A Theory of the Intraday Variations in Volume, Variance, and Trading Costs in Securities Markets. *Review of Financial Studies*, 3, 593-624.
- [11] Garcia, D., Sangiorgi F., & Urošević B. (2006). Overconfidence and market efficiency with heterogeneous agents. *Economic Theory*, DOI 10.1007/s00199-005-0048-4, Springer-Verlag.
- [12] Hirshleifer, D. (2001). Investor Psychology and Asset Pricing. *Journal of Finance*, 56-4, 1533-1597.
- [13] Hommes, C. H. (2005). Heterogeneous Agent Models in Economics and Finance. *Handbook of Computational Economics*, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics, ed. by K. Judd, and L. Tesfatsion. Elsevier Science B.V. North-Holland (Handbooks in Economics Series), Amsterdam, forthcoming.
- [14] Li, G. (2008). Liquidity, Information Asymmetry, Divergence of Opinion and Asset Returns: Evidence from Chinese Stock market. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1273509
- [15] Markowitz, H. M. (1991). Foundation of Portfolio Theory. *Journal of Finance*, 46(2), 469-477.
- [16] Shefrin, H. (2008). *A Behavioral Approach to Asset Pricing*. Second Edition, Elsevier.
- [17] Shleifer, A., & Vishny R. (1995). The limits of arbitrage. *Journal of Finance*, 52(1), 35-55.
- [18] Šoškić, D. B., & Živković B. R. (2007). *Finansijska tržišta i institucije*. Ekonomski fakultet u Beogradu, drugo izdanje.
- [19] Trifunović, D. (2008). The dual role of equilibrium price in competitive economies with asymmetric information. *Economic Annals*, 53(178-179), 7-43.
- [20] Urošević, B. (2008). *Finansijska ekonomija*. Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, prvo izdanje.
- [21] Valpola, H. (2000). Bayesian Ensemble Learning for Nonlinear Factor Analysis. *Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics and Computing Series*, 108: 54, Ph.D Dissertation, Helsinki, Finland, http://www.cis.hut.fi/harri/thesis/valpola_thesis/



MODEL EKSPONENCIJALNO INFLATORNOG EKONOMSKOG RASTA

MODEL EXPONENTIAL INFLATIONARY ECONOMIC GROWTH

MARKO BACKOVIĆ, ZORAN POPOVIĆ, MLADEN STAMENKOVIĆ

Ekonomski fakultet, Beograd, backovic@ekof.bg.ac.rs, zpop@ekof.bg.ac.rs, mladen@ekof.bg.ac.rs

Rezime: U ovom radu sprovodi se modeliranje jednosektorskog modela privrednog rasta ekonomskog sistema. Matematički model se zasniva na primeni ravnotežnog ekspancijalno-inflatornog ekonomskog rasta.

Ključne reči: Model privrednog rasta, tržišna ravnoteža, ekspancijalni rast.

Abstract: In this work is carried out modeling one-sector model of economic growth economic system. The mathematical model is based on the application of the equilibrium exponentially-inflationary economic growth.

Keywords: Model of economic growth, market equilibrium, exponential growth.

1. UVOD

Pitanje strategije privrednog rasta široko je raspravljano, i u ovom radu polazimo od liberalne verzije ekonomskog rasta. Liberalni programa pprivrednog rasta treba da predstavlja sledeći scenario :

- Vlada smanjuje svoje funkcije, ali treba da obezbedi preraspodelu ograničenih budžetskih sredstava;
- Potrebno je pravno uspostaviti jednake uslove i fer konkurenciju, koji treba da dovedu do investiranja u proizvodnju i efikasnu alokaciju resursa;
- Aktivno delovati na smanjenje budžetskog deficita;
- Subjekti ekonomskog sistema izmiruje obaveze iz sopstvenih prihoda, pri čemu se štednja ne uzima u obzir kao kreditni resurs ekonomskog rasta;
- Neophodno je smanjenje spoljnog zaduživanja, i redovna otplata spoljnog duga;
- Monetarni sistem je zasnovan na valutnom upravljanju novcem, a suština je da količina novca u opticaju bude jednaka rezervama Centralne banke po tekućem kursu.

Model koji razrađujemo u radu treba da opiše ponašanje i interakciju subjekata u ekonomskom sistemu koji su neophodni da u potpunosti odražavaju predloženi scenario. Subjekti su proizvođači, stanovništvo (domaćinstva) i država sa Centralnom bankom. Modelom je potrebno odrediti parametre uravnoteženog ekspancijalnog rasta ekonomskog sistema. Dakle, modelom se razmatra ravnotežno stanje proizvodnje, tokovi proizvoda i tokovi novca, i pri tome razmatramo jednosektorski model ekonomskog rasta.

Osnovne pretpostavke koje uvodimo u model su:

- Proizvođači na tržištu roba, realizujući svoje proizvode ostvaruju prihod;
- Prihod proizvođača predstavlja sa druge strane rashode kupaca domaćih proizvoda. Kupci u ovom modelu su domaćinstva, država, izvoznici i proizvođači koji kupuju sirovine i proizvode za proširenje svoje proizvodnje;
- Prihodi domaćinstava sastoje se od plata, dela profita ostvarenog kroz akcije, dividende i sl., i isplata iz državnog budžeta;
- Prihodi države ostvaruju se od poreza koje plaćaju proizvođači i domaćinstva, kao i dobiti Centralne banke;
- Postoji slobodna konkurencija i da je na svim tržištima isto platežno sredstvo – dinar;
- Modelom razmatramo ravnotežni ekspancijalno inflatorni ekonomski rast;
- U modelu su definisani konstantni koeficijenti, kao parametri i to, tehničko-tehnološki, preferencije potrošača i mehanizmi upravljanja proizvodnjom, resursima i novčanim sredstvima, dakle, u modelu se razmatra ravnotežni rast proizvodnje i potrošnje sa konstantnom stopom i bez promene odnosa, kao i da se ne menjaju proporcije cena.

2. FINANSIJSKI TOKOVI U EKONOMSKOM SISTEMU

Da bi se mogla dati procena efikasnosti predloženog makro-ekonomskog scenarija za obnavljanje privrednog rasta ekonomskog sistema, potrebno je opisati proizvodne procese i procese kreiranja novih proizvodnih kapaciteta. Pri tome, osnovni faktori proizvodnje su sredstva, kapital i rad. Ako pođemo od toga da u ekonomskom sistemu postoji velika nezaposlenost, tada obim proizvodnje ne zavisi od količine utrošenog rada, ali je neophodno uzeti u obzir troškove rada. Dakle, fond plata (troškovi rada) predstavljaju konstantan deo dodate vrednosti, i neka je zadat koeficijentom n_1 . Takođe, polazimo od pretpostavke da je iznos poreza koje je država nametnula proizvodnom sektoru, proporcionalan u odnosu na dodatnu vrednost, i neka je zadat koeficijentom n_2 .

2.1. Finansijski tokovi proizvodnog sektora

Dalje opisujemo finansijske tokove proizvodnog sektora. Neka u trenutku t na tržištu proizvoda označimo sa p_t indeks cena, i ako pretpostavimo da je stopa inflacije l konstantna, tada je indeks cena u vremenskom trenutku t zadat izrazom

$$p_t = p_0(1+l)^t \quad (1)$$

U trenutku t , proizvodni sektor realizuju količinu proizvoda Y_t , i ostvaruju prihod $p_t Y_t$. Promene u novčanoj masi M^E proizvodnog sektora zavise od njihovih prihoda i troškova. Novac ostvaren prodajom, proizvođač troši na nabavku sirovina $p_t V_t$, na investicije u proizvodnju $p_t b I_t$, na isplatu plata $n_1(p_t Y_t - p_t V_t)$, i na plaćanje poreza $n_2(p_t Y_t - p_t V_t)$. Trpškovi sirovina, plata i poreza su ukupni troškovi proizvodnog sektora. Razlika ukupnog prihoda i ukupnih troškova jeste profit. Prema ovom scenariju ukupan profit se investira. Takođe, u proizvodnju se investira i deo profita ostvaren od izvoza W_t .

Sada, jednačina promene zaliha novca (finansijska ravnoteža) u proizvodnom sektoru ekonomskog sistema ima oblik

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, M_{t+1}^E = M_t^E + p_t Y_t + W_t - p_t V_t - n_1(p_t Y_t - p_t V_t) - n_2(p_t Y_t - p_t V_t) - p_t b I_t \quad (2)$$

Proizvodni sektor je primorani da određeni iznos novčane mase drži na tekućim računima kako bi nesmetano mogli da isplaćuju plate i izvrše plaćanja prispelih poreskih obaveza. Ovaj deo novčane mase M_t^E proizvodnog sektora predstavlja ograničenje likvidnosti i matematički predstavljamo izrazom

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, M_t^E = \theta_E [(n_1 + n_2)(p_t Y_t - p_t V_t)], \quad (3)$$

gde je θ_E - konstanta koja definiše karakteristično vreme koje se novac drži na tekućem računu.

2.2. Prihodi i rashodi domaćinstava

Prihodi domaćinstava sastoje se od plata zaposlenih u proizvodnom sektoru i zadajemo ih parametrom n_1 , tj. $n_1(p_t Y_t - p_t V_t)$, zatim od plata zaposlenih u javnom sektoru, penzija i socijalnih davanja koja se isplaćuju iz državnog budžeta i zadajemo ih parametrom g_1 u odnosu na bruto domaći proizvod.

Prihode domaćinstava sada možemo zadati izrazom

$$(n_1 + g_1)(p_t Y_t - p_t V_t). \quad (4)$$

Pošto se od prihoda domaćinstava, odbiju porezi koje plaćaju domaćinstva (porez na dohodak građana, porez na imovinu, i drugi porezi), koje zadajemo parametrom n_3 , domaćinstva ostali deo prihoda troše na potrošnju i dajemo izrazom $p_t C_t$.

Rashode domaćinstava sada možemo zadati izrazom

$$n_3(n_1 + g_1)(p_t Y_t - p_t V_t) + p_t C_t. \quad (5)$$

Promena količine novca kod domaćinstava između dva vremenska trenutka određena je razlikom njihovih prihoda i rashoda, tj.

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, M_{t+1}^H = M_t^H + (n_1 + g_1)(p_t Y_t - p_t V_t) - [n_3(n_1 + g_1)(p_t Y_t - p_t V_t) + p_t C_t] \quad (6)$$

U modelu ne razmatramo scenario štednje stanovništva, ali poznato je da domaćinstva jedan deo novčanih sredstava čuvaju za slučaj velikih troškova ili za „crne dane“. Ovaj iznos neutrošenih novčanih sredstava čvrsto je povezan sa rashodima domaćinstava. Deo neutrošenih novčanih sredstava M_t^H domaćinstava predstavlja ograničenje likvidnosti i matematički dajemo izrazom

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, M_t^H = \theta_H [n_3(n_1 + g_1)(p_t Y_t - p_t V_t)], \quad (7)$$

gde je θ_H - vremenska konstanta koja definiše brzinu opticaja novac na tržištu potrošačkih dobara.

2.3. Izvoz, uvoz i devizne rezerve

Pošto se na inostranim tržištima indeks cena izvoza q_E , i indeks cena uvoza q_I , menjaju znatno sporije u odnosu na indeks cena p_t na domaćem tržištu, to nam dozvoljava da indekse cena q_E i q_I u modelu posmatramo kao konstante.

Zadatak Centralne banke je da odgovarajućim akcijama sprovodi zaštitu domaće proizvodnje. Naime, Centralna banka treba da reguliše devizni kurs na domaćem tržištu kako bi stimulisala izvozne operacije. Regulaciju deviznog kursa zadajemo izrazom

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, p_t - \rho_t q_I = 0, \text{ gde je } \rho_t \text{ tekući kursu strane valute.} \quad (8)$$

Ako sada u izrazu (8) cenu p_t zamenimo izrazom (1), dobija se

$$\rho_t = \frac{p_0(1+l)^t}{q_I}. \quad (9)$$

Za $t = 0$ izraz (8) je $p_0 = \rho_0 q_I$, i zamenom cene p_0 u izrazu (9), dobija se

$$\rho_t = \rho_0(1+l)^t, \text{ pri čemu je } \rho_0 \text{ pozitivna konstanta.} \quad (10)$$

Pretpostavimo da je udeo izvoza w_1 u obimu proizvodnje Y_t , tada obim izvoza zadajemo izrazom $E_t^P = w_1 Y_t$. Pri tome, profit ostvaren izvoznim operacijama zadajemo izrazom $(\rho_t q_E - p_t) E_t^P$. Neka je parametrom w_2 zadat deo profita od izvoza koji se vraća i investira u ekonomski sistem. Tada, parametar $w = w_1 w_2$ predstavlja udeo profita ostvaren izvoznim operacijama koji se investira u domaću proizvodnju u odnosu na obim proizvodnje Y_t . Profit W_t ostvaren od izvoza i uvoza, investiran u domaću proizvodnju dajemo izrazom

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, W_t = \frac{q_E - q_I}{q_I} w p_t Y_t. \quad (11)$$

Centralna banka reguliše devizni kurs inostranih valuta operacijama na deviznom tržištu. Takođe, Centralna banka na deviznom tržištu posluje sa Vladom, izvoznim i uvoznim preduzećima. Vlada prodaje devizna sredstva F_t^D , ostvarena po osnovu uzetih inostranih kredita, i kupuje devizna sredstva F_t^R , radi servisiranja spoljnog duga. Izvoznici prodaju devizna sredstva za potrebe kupovine na robnim tržištima robe za izvoz E_t^P , i za investicije u proizvodnju W_t . Uvoznici kupuju stranu valutu, na osnovu ostvarenih prihoda od prodaje uvezene robe I_t^P na domaćem robnom tržištu. Bilans ovih operacija dovodi do promenem deviznih rezervi Centralne banke. Promene deviznih rezervi Centralne banke možemo dati izrazom

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \rho_t R_{t+1}^C - \rho_t R_t^C = W_t + p_t E_t^P + \rho_t F_t^D - p_t I_t^P - \rho_t F_t^R. \quad (12)$$

2.4. Finansijski tokovi državnog budžeta

Prihode državnog budžeta formiraju naplaćni porezi $n_2(p_t Y_t - p_t V_t) + n_3(n_1 + g_1)(p_t Y_t - p_t V_t)$, uzeti spoljni krediti F_t^D , vrednovani po tekućem kursu ρ_t , i dobiti Π_t^B Centralne banke ostvarene od revalorizacionih deviznih rezervi R_t^C .

Rashodi državnog budžeta obuhvataju isplate domaćinstvima $g_1(p_t Y_t - p_t V_t)$, finansiranje programa vlade i agencija $g_2(p_t Y_t - p_t V_t)$, i servisiranje spoljnog duga F_t^R , vrednovanog po tekućem kursu ρ_t . Tokovi državnog budžeta treba da obuhvate i zalihe novca $M_{t+1}^G - M_t^G$ koje su zamrznute na računima primaoca isplata iz budžeta (deficit državnog budžeta dovodi do nemogućnosti izmirenja obaveza države prema primaocima). Ovaj deo novčane mase može se izraziti ograničenjem likvidnosti državnog budžeta i matematički predstaviti izrazom za $t = 0, 1, 2, \dots$, $M_t^G = \theta_G [(g_1 + g_2)(p_t Y_t - p_t V_t)]$, gde je θ_G - vremenska konstanta koja definiše brzinu opticaja budžetskih sredstava.

Deficit državnog budžeta uvećava se sa unutrašnjim državnim dugom L_t^G iz perioda t .

Promena unutrašnjeg državnog duga možemo dati izrazom

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad \frac{\text{rashodi državnog budžeta}}{\text{prihodi državnog budžeta}} = \left\{ \left[(g_1 + g_2)(p_t Y_t - p_t V_t) \right] + \rho_t F_t^R \right\} - \left\{ \left[(n_2 + n_3(n_1 + g_1))(p_t Y_t - p_t V_t) \right] + \rho_t F_t^D + (\rho_{t+1} - \rho_t) R_{t+1}^C \right\} + M_{t+1}^G - M_t^G \quad (13)$$

Jedan od osnovnih uslova, da bi se ostvario privredni rast ekonomskog sistema jeste smanjenje deficita državnog budžeta i intenzivna otplata spoljnog duga. Smanjenje spoljnog duga izražava se razlikom između sredstava za servisiranje spoljnog duga F_t^R i uzetih kredita F_t^D od strane države, tj. $F_t^R - F_t^D > 0$. Pretpostavimo da se na smanjenje spoljnog duga godišnje troši g_3 , tada je

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad \rho_t (F_t^R - F_t^D) = g_3 (p_t Y_t - p_t V_t). \quad (14)$$

Sada, na osnovu izraza (13) i izraza (14) možemo dati revalorizacije devizne rezerve Centralne banke

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad \frac{\text{rashodi}}{\text{prihodi}} = \left\{ \left[(g_1 + g_2)(p_t Y_t - p_t V_t) \right] + g_3 (p_t Y_t - p_t V_t) \right\} - \left\{ \left[(n_2 + n_3(n_1 + g_1))(p_t Y_t - p_t V_t) \right] + M_{t+1}^G - M_t^G \right\}, \text{ odnosno} \quad (15)$$

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad (\rho_{t+1} - \rho_t) R_{t+1}^C = [g_1 + g_2 + g_3 - n_2 - n_3(n_1 + g_1)](p_t Y_t - p_t V_t) + M_{t+1}^G - M_t^G \quad (15a)$$

Na osnovu izraza (12), i izraza (14), možemo dati bilans izvoza i uvoza u domaćim cenama, tj.

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad p_t E_t^P - p_t I_t^P = \rho_t R_{t+1}^C - \rho_t R_t^C - W_t + \rho_t F_t^R - \rho_t F_t^D, \text{ odnosno} \quad (16)$$

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad p_t E_t^P - p_t I_t^P = \rho_t R_{t+1}^C - \rho_t R_t^C - W_t + g_3 (p_t Y_t - p_t V_t) \quad (16a)$$

Izraz (16a) sadrži uložena devizna sredstva u investicije i otplatu inostranih kredita. Na bazi uspostavljene bilansne ravnoteže, rashodi jednaki prihodima, i postojanja tržišne ravnoteže roba, tj. $Y_t + I_t^P = C_t + g_2(Y_t - V_t) + V_t + bI_t + E_t^P$, možemo dati promenu deviznih rezervi izraženo u domaćoj valuti narednim izrazom

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad \rho_{t+1} R_{t+1}^C - \rho_t R_t^C = (M_{t+1}^E - M_t^E) + (M_{t+1}^H - M_t^H) + (M_{t+1}^G - M_t^G), \quad (17)$$

Izraz (17) predstavlja model zlatno-deviznog upravljanja novčanom masom i određuje emisiju štampanja novca.

3. MATEMATIČKI MODEL EKONOMSKOG RASTA

Primenom ograničenja likvidnosti proizvodnog sektora dato izrazom (3), može se iz jednačine finansijske ravnoteže proizvodnog sektora dato izrazom (2), isključiti novčana masa M_{t+1}^E i M_t^E . Takođe se može zameniti u izrazu (2) deo profita od izvoza investiran u proizvodni sektor W_t , izrazom (11), tako da se dobija

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad \theta_E \left[(n_1 + n_2)(p_{t+1}Y_{t+1} - p_{t+1}V_{t+1}) \right] = \theta_E \left[(n_1 + n_2)(p_t Y_t - p_t V_t) \right] + \frac{q_E - q_I}{q_I} w p_t Y_t + p_t Y_t - p_t V_t - n_1 (p_t Y_t - p_t V_t) - n_2 (p_t Y_t - p_t V_t) - p_t b I_t \quad (18)$$

Sređivanjem izraza (18), dobija se izraz

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad b I_t = \left[1 - (1 - \theta_E)(n_1 + n_2) \right] (Y_t - V_t) - \theta_E (n_1 + n_2) \frac{p_{t+1}}{p_t} (Y_{t+1} - V_{t+1}) + \frac{q_E - q_I}{q_I} w Y_t, \quad (19)$$

što predstavlja realni rast investicija na osnovu mogućih finansijskih ograničenja proizvodnog sektora.

Ako pođemo od tržišne ravnoteže na domaćem robnom tržištu, realni rast investicija možemo dati izrazom

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad b I_t = (Y_t - V_t) - (E_t^P - I_t^P) - C_t - g_2 (Y_t - V_t). \quad (20)$$

Potrošnju domaćinstava C_t iz datog izraza (6) možemo dati u obliku

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad C_t = (1 - n_3)(n_1 + g_1)(Y_t - V_t) - \frac{1}{p_t} (M_{t+1}^H - M_t^H) \quad (21)$$

Sređivanjem izraza (16a) dobija se $E_t^P - I_t^P = \frac{\rho_t}{p_t} (R_{t+1}^C - R_t^C) - W_t + g_3 (Y_t - V_t)$, odnosno, kako je profit W_t ostvaren od izvoza i uvoza investiran u domaću proizvodnju dat izrazom (11), i regulisanje deviznog kursa od strane Centralne banke izraz (8), tada je bilans izvoza i uvoza u domaćim cenama

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad E_t^P - I_t^P = \frac{1}{q_I} (R_{t+1}^C - R_t^C) - \frac{q_E - q_I}{q_I} w p_t Y_t + g_3 (Y_t - V_t). \quad (22)$$

Zamenom u izrazu (20), potrošnje C_t date izrazom (21) i bilansa izvoza i uvoza zadatog izrazom (22), dobija se

$$\text{za } t = 0, 1, 2, \dots, \quad b I_t = \left[(1 - g_2 - g_3 - (1 - n_3)(n_1 + g_1))(Y_t - V_t) \right] + \frac{q_E - q_I}{q_I} w p_t Y_t + \frac{1}{p_t} (M_{t+1}^H - M_t^H) - \frac{1}{q_I} (R_{t+1}^C - R_t^C), \quad (23)$$

što predstavlja realni rast investicija na osnovu mogućeg materijalnog bilansa i odgovarajućeg scenarija monetarne politike.

U radu dalje ocenjujemo potencijalne mogućnosti privrednog rasta ekonomskog sistema na osnovu pokazatelja uravnoteženog ekspoencijalno inflatornog rasta. Naime, neka je u vremenskom trenutku t , $Y_t = Y_0(1 + \gamma)^t$ - obim proizvodnje, $V_t = V_0(1 + \gamma)^t$ - troškovi proizvodnje, i $I_t = I_0(1 + \gamma)^t$ proizvodni kapaciteti, gde je γ konstantna stopa rasta makroekonomskih pokazatelja u realnim uslovima. Pošto su devizne rezerve uslovljene proizvodnjom i troškovima proizvodnje, a pri tome su indeksi cena i deviznog kursa zadati izrazima (1), i (9), možemo dati da je R_t^C oblika

$$R_t^C = R_0^C (1 + \gamma)^t. \quad (24)$$

Ako u izrazu (15a), indeks cena p_t zamenimo izrazom (1), devizni kurs ρ_t zamenimo izrazom (9), a novčanu masu M_t^G zamenimo ograničenjem likvidnosti državnog budžeta, i kako je $R_{t+1}^C = R_t^C (1 + \gamma)$, dobijaju se devizne rezerve Centralne banke R_t^C , tj. za $t = 0, 1, 2, \dots$,

$$R_t^C = \left\{ \frac{[g_1 + g_2 + g_3 - n_2 - n_3(n_1 + g_1)]}{l(1 + \gamma)} + \frac{\theta_G (g_1 + g_2) [(1 + l)(1 + \gamma) - 1]}{l(1 + \gamma)} \right\} q_I (Y_t - V_t). \quad (25)$$

Uvođenjem u izraz (19) eksponencijalni rast, obima proizvodnje, troškova proizvodnje i cena, dobija se

$$za\ t = 0, 1, 2, \dots, \quad bI_t = \left\{ \left[1 - (1+l)(1+\gamma) \right] \theta_E (n_1 + n_2) \right\} (Y_0 - V_0)(1+\gamma)^t + \frac{q_E - q_I}{q_I} w Y_0 (1+\gamma)^t \quad (26)$$

što predstavlja realni rast investicija na osnovu mogućih finansijskih ograničenja proizvodnog sektora. Na osnovu izraza (7) imamo da je

$$\frac{1}{p_t} (M_{t+1}^H - M_t^H) = \theta_H \left[n_3 (n_1 + g_1) \right] \left[(1+l)(1+\gamma) - 1 \right] (Y_t - V_t), \quad (27)$$

i kako je $-\frac{1}{q_t} (R_{t+1}^C - R_t^C) = -\frac{1}{q_t} R_t^C \gamma$, a devizne rezerve Centralne banke zadate izrazom (25), dobija se

$$-\frac{1}{q_t} (R_{t+1}^C - R_t^C) = -\gamma \left\{ \frac{\left[g_1 + g_2 + g_3 - n_2 - n_3 (n_1 + g_1) \right]}{l(1+\gamma)} + \frac{\theta_G (g_1 + g_2) \left[(1+l)(1+\gamma) - 1 \right]}{l(1+\gamma)} \right\} (Y_t - V_t). \quad (28)$$

Ako sada izraze (27) i (28) zamenimo u izrazu (23) i uvođenjem eksponencijalnog rast obima proizvodnje, troškova proizvodnje i cena, dobija se

$$bI_t = \left\{ \begin{array}{l} \left[(1 - g_2 - g_3 - (1 - n_3)(n_1 + g_1)) \right] + \\ + \theta_H \left[n_3 (n_1 + g_1) \right] \left[(1+l)(1+\gamma) - 1 \right] - \\ - \gamma \left\{ \frac{\left[g_1 + g_2 + g_3 - n_2 - n_3 (n_1 + g_1) \right]}{l(1+\gamma)} + \right. \\ \left. \frac{\theta_G (g_1 + g_2) \left[(1+l)(1+\gamma) - 1 \right]}{l(1+\gamma)} \right\} \end{array} \right\} (Y_0 - V_0)(1+\gamma)^t + \frac{q_E - q_I}{q_I} w p_0 (1+l)^t Y_0 (1+\gamma)^t, \quad (29)$$

što predstavlja realni rast investicija na osnovu mogućeg materijalnog bilansa i odgovarajućeg scenarija monetarne politike.

Izrazi (26) i (29) predstavljaju realni rast investicija. Na osnovu dobijenih izraza može se zaključiti da je privredni rast ekonomskog sistema određen parametrima modela koji karakterišu efikasnost proizvodnje, prihode i rashode proizvodnog sektora i domaćinstava, rashode i prihode državnog budžeta i profitom ostvarenim izvozno uvoznim operacijama.

LITERATURA

- [1] Barro, R.J., Sala-i-Martin X. (1995). Economic Growth, McGraw-Hill.
- [2] Петров А.А., Шананин А.А. (2002). Математическая модель оценки эффективности одного сценария экономического роста. Математическое моделирование том 14, номер 7, 27-52.
- [3] Shell, K. (Ed.) (1967). Essays on the Theory of Optimal Economic Growth. MIT Press., Cambridge.
- [4] Suresh P. S., Thompson G. L. (2006). Optimal control theory : applications to management science and economics. Springer Science.



EFFECTS OF TFP SHOCK ON GDP, EXPORT AND IMPORT IN CASE OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

NIKOLINA BOŠNJAK

Faculty of Economics Banja Luka, University of Banja Luka

Abstract: *In the era of globalization net trade balance become one of the main factors of growth of developing countries. That is also the case with Bosnia and Herzegovina that has a big problem with negative net trade balance which represents one of main obstacles to its growth. That is why in this paper we will try to examine relationships among export, import and GDP as main indicator of growth, and responses of all three variables on positive Total productivity shock on production (GDP). In analysis are used Vector auto-regression model and Structural vector error correction model. VAR is used because it well describes the time dependence among lagged variables, and SVEC because it beside time dependence describes contemporaneous relations also. After specification of models which best describe our data we impose a Total factor productivity shock on variables, and then observe reactions of variables - Impulse response functions.*

Keywords: *Export, Import, SVEC model, Total Factor Productivity Shock, Impulse Response Function*



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Ekspertni sistemi – Podrška odlučivanju



IZBOR EKONOMSKI NAJPOVOLJNIJE PONUDE U PROCESU ELEKTRONSKE JAVNE NABAVKE

SELECTION OF THE MOST ACCEPTABLE BID IN PUBLIC E-PROCUREMENT PROCESS

VJEKOSLAV BOBAR¹, SRĐAN LALIĆ²

¹ Uprava za zajedničke poslove republičkih organa, Beograd, vjekoslav.bobar@uzzpro.gov.rs

² Republički zavod za statistiku, Beograd, srdjan.lalic@stat.gov.rs

Rezime: Modernizacija državne uprave primenom informaciono-komunikacionih tehnologija dovela je do razvoja elektronske uprave u kojoj značajno mesto zauzimaju elektronske javne nabavke kao G2B (Government to Business) servis. U radu je prikazan koncept elektronske javne nabavke sa fazama koje ista obuhvata. Na primeru jedne državne institucije, opisan je način izbora ekonomski najpovoljnije ponude u procesu elektronske javne nabavke i izvršena analiza i poređenje dobijenih rezultata.

Ključne reči: elektronska uprava, elektronska javna nabavka, odlučivanje.

Abstract: Modernization of public administration with use of ICT has led to e-government where public e-procurement as G2B service represent important part. This article presents the concept of public e-procurement with its phases. The paper presents selection of economically the most acceptable bid in the e-procurement and gives analysis and comparison of obtained results.

Keywords: electronic government, electronic public procurement, decision.

1. UVOD

Razvoj i primena elektronskog poslovanja u organima državne uprave dovela je do modernizacije državne uprave i prevođenja iste u elektronski oblik (e-uprava). U takvim uslovima razvoja informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT), kao poseban servis e-uprave u kojem se troši značajan deo finansijskih sredstava pojavljuju se elektronske javne nabavke za koje statistički podaci pokazuju da se njihov udeo u bruto domaćem proizvodu zemalja Evropske unije povećao tokom poslednjih godina i dostigao oko 16% (Karsin, 2005). Upravo imajući u vidu milionske vrednosti javnih nabavki, svaki procenat ušteda u ovoj oblasti ima veliki značaj i stoga istim treba posvetiti veliku pažnju. Taj nivo ušteda značajno zavisi od načina na koji se vrši izbor ponude u procesu javne nabavke gde je osnovni cilj realizovati nabavku po što je moguće manjoj ceni uz što je moguće veći kvalitet nabavljenih dobara ili usluga. U tradicionalnom obliku nabavke taj izbor se vrši preko kriterijuma najniže ponudene cene ili ekonomski najpovoljnije ponude, ali praksa pokazuje da se često pojavljuju slučajevi da se nabavljaju dobra nižeg kvaliteta što je posledica nastojanja da se u javnoj nabavci postigne niža cena, a poznato je da između cene i kvaliteta postoji direktno proporcionalni odnos gde je uobičajeno da kvalitetnija dobra ili usluge imaju višu cenu.

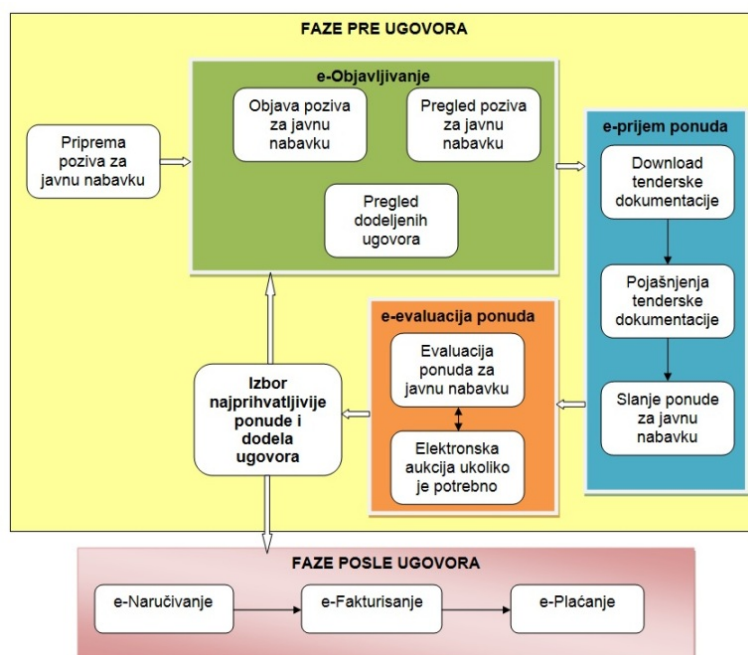
2. KONCEPT ELEKTRONSKE JAVNE NABAVKE

Prema važećem zakonu (Narodna skupština Republike Srbije, 2012) pod javnom nabavkom podrazumeva se nabavka dobara, usluga ili radova od strane naručioca, na način i pod uslovima propisanim ovim zakonom.

U Republici Srbiji se u pomenutom zakonu prvi put pojavljuje pojam elektronske nabavke gde je članom 47 iz zakona predviđena obavezna primena elektronske nabavke ukoliko vrednost javnih nabavki prelazi 700 miliona dinara na godišnjem nivou.

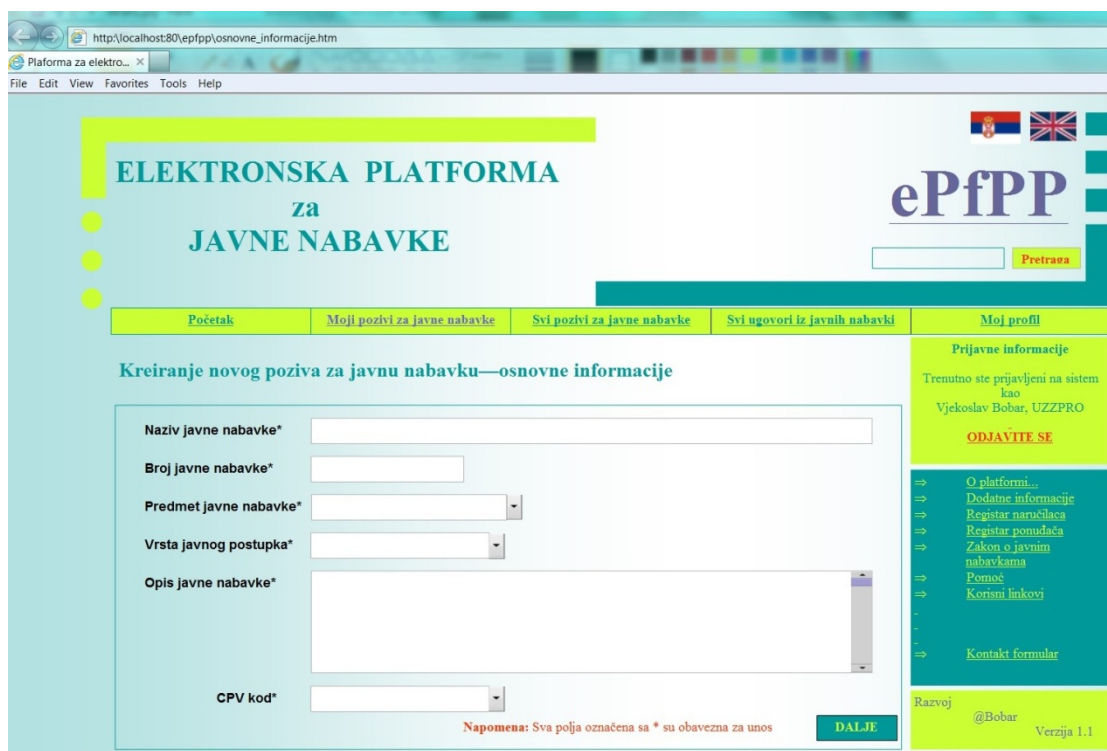
Ukratko, elektronska javna nabavka predstavlja proces kupovine dobara, usluga ili radova elektronskim putem i može da se definiše kao upotreba IKT kao što je internet i web bazirani sistemi od strane državnih organa u cilju realizacije nabavke dobara, radova ili usluga (Davila et al., 2003; Leipold et al., 2004). Kao takva, ona predstavlja jedan međuorganizacioni informacioni sistem koji obezbeđuje automatizaciju bilo kojeg dela javne nabavke u cilju poboljšanja efikasnosti, kvaliteta i transparentnosti javne nabavke u

organima državne uprave (Neupane et al., 2012). Tako definisana, elektronska javna nabavka sastoji se od sledećih faza (Bobar, 2013) koje su date na slici 1.



Slika 1: Faze elektronske javne nabavke

Za potrebe ovog rada, akcenat je stavljen na modul e-evaluacija ponuda za javnu nabavku koji treba da obezbedi preciznu evaluaciju ponuda na osnovu predefinisanih kriterijuma i da "predloži" naručiocu najpovoljniju ponudu, pa se može reći da sistem elektronske javne nabavke predstavlja istovremeno i sistem za podršku odlučivanju. Korišćenjem informacionih tehnologija, navedene faze mogu se prevesti u module jedinstvenog portala za elektronsku javnu nabavku koji je prikazan na slici 1.



Slika 2: Portal za elektronsku javnu nabavku

Arhitekturu portala sa slike 1 čine sledeći softverski moduli: eTender, eDodela ugovora, eUgovor, eNaručivanje i eFakturisanje (Bobar, 2013). Od navedenih, modul eTender predstavlja vrlo važan deo

portala elektronske javne nabavke jer se u njemu vrši izbor najpovoljnije ponude između više ponuda i dodela ugovora na osnovu tog izbora. Trenutno se prema članu 85 pomenutog zakona, kao kriterijumi za ocenjivanje i izbor ponude u procesu javne nabavke koriste najniža ponuđena cena ili ekonomski najpovoljnija ponuda.

3. IZBOR EKONOMSKI NAJPOVOLJNIJE PONUDE U PROCESU ELEKTRONSKE JAVNE NABAVKE

Proces izbora ekonomski najpovoljnije ponude u procesu elektronske javne nabavke može se posmatrati sa aspekta fenomena odlučivanja gde izbor najpovoljnije ponude predstavlja cilj jednog problema odlučivanja. Prema teoriji, odlučivanje je suština planiranja i ono predstavlja izbor nekog smera delovanja između više alternativa ili drugačije rečene, odlučivanje je izbor jedne, iz skupa raspoloživih akcija (alternativa), pri čemu skup mora raspolagati sa najmanje dve akcije (Suknović, 2005). Cilj odlučivanja je odluka. Pored cilja, elementi problema odlučivanja su raspoložive alternative i relevantni korisnički kriterijumi. Alternative su mogućnosti između kojih se bira rešenje. U procesu javne elektronske nabavke, alternative su ponude, odnosno ponuđači, koji raspolažu izvesnim resursima, a koje žele da stave u funkciju zadovoljenja potreba naručioca. Kriterijumi su atributi za opisivanje ponuđenih alternativa i oni pokazuju u kojoj meri pojedine alternative ostvaruju zadati cilj. Može se definisati veliki broj kriterijuma. Veoma zastupljeni kriterijumi, kada su u pitanju javne nabavke u državnim organima su ponuđena cena, kvalitet ponuđenog dobra ili usluge, uslovi plaćanja, rok isporuke, reference itd.

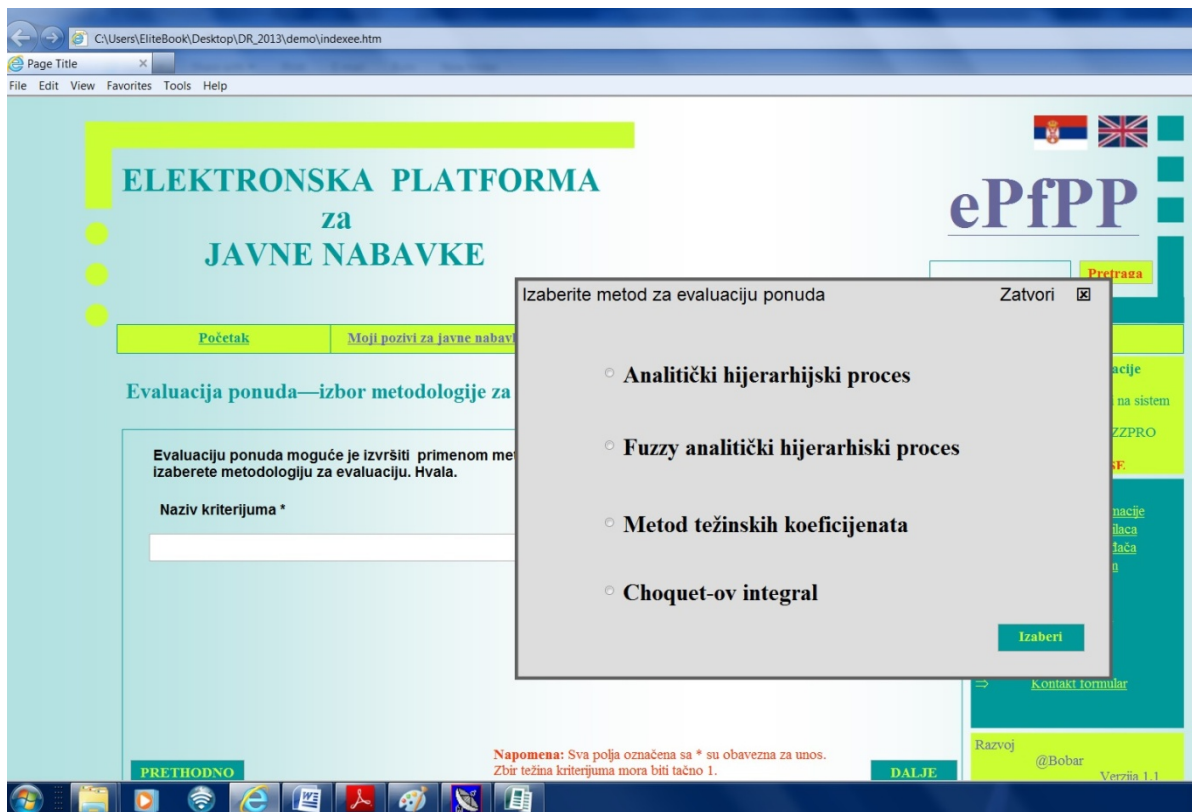
S obzirom da se javna nabavka koristi u organima državne uprave koji opredeljuju budžetska sredstva za istu, cilj svakog organa državne uprave kao naručioca jeste da nabavku izvrši po što je moguće manjoj ceni pa se dešava situacija da cena dobije izuzetno veliki ponder što za posledicu ima da se izbor ekonomski najpovoljnije ponude kao problema višekriterijumskog odlučivanja svede na problem jednokriterijumskog odlučivanja. Dalje, nastojanje da se u postupku izbora ponude postigne što je moguće niža cena ima za posledicu da se izabere ponuda koja po kvalitetu nije najbolja, imajući u vidu direktno proporcionalni odnos između cene i kvaliteta. Upravo ovakav nedostatak u trenutnom procesu javne nabavke, dovodi do potrebe da se izvrši unapređenje procesa izbora ekonomski najpovoljnije ponude u aktivnostima elektronske javne nabavke.

Za potrebe ovog rada, takvo unapređenje realizovano je primenom metodologije analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP) i njegovog fuzzy proširenja (fAHP), a na primeru državne institucije koja realizuje javnu nabavku multifunkcionalnih mašina za potrebe rada daktilobiroa u kojima se vrše poslovi pripreme i obrade pisanog i štampanog materijala za potrebe održavanja sednica Vlade. Multifunkcionalne mašine predstavljaju uređaje koji uobičajeno nose oznaku ALL-IN-ONE iz razloga što jedan uređaj obezbeđuje štampanje, kopiranje i skeniranje i kao takav vrlo je pogodan za korišćenje u situacijama masovne pripreme pisanog i štampanog materijala što je upravo slučaj u daktilobiroima. Formirana je komisija za javnu nabavku sa zadatkom da odredi vrstu i značaj kriterijuma u predmetnoj nabavci. Kriterijumi (K) koji su određeni su: kvalitet (Kv), cena (Cn), tehnički kapacitet (Tk), rok isporuke (Ri) i poslovni kapacitet (Pk). Nakon završenih faza elektronske javne nabavke (e-obaveštavanje, e-objava i e-prijem ponuda) i nakon pregleda svih pristiglih ponuda kao i provere njihove pravne ispravnosti, utvrđeno je da postoje tri ponuđača koja su ponudili opremu: multifunkcionalna mašina 1 (MF1), multifunkcionalna mašina 2 (MF2) i multifunkcionalna mašina 3 (MF3) što u ovom slučaju predstavlja alternative (Alt.). Zadovoljenje kriterijuma Cn i Ri prikazani su kvantitativno (dinari i dani) dok je zadovoljenje kriterijuma Kv, Tk i Pk lingvistički opisano. Za tri pravno ispravne ponude, komisija za javnu nabavku razmotrila je ispunjenje postavljenih kriterijuma na osnovu čega je formirana ogovarajuća tabela odlučivanja koja je data u Tabeli 1.

Tabela 1: Tabela odlučivanja

A	K				
	Kv	Cn	Tk	Ri	Pk
MF1	Potpuno zadovoljava	1.100.000	Potpuno zadovoljava	30	Potpuno zadovoljava
MF2	Zadovoljava	1.000.000	Zadovoljava	60	Zadovoljava
MF3	Potpuno zadovoljava	1.300.000	Potpuno zadovoljava	45	Potpuno zadovoljava

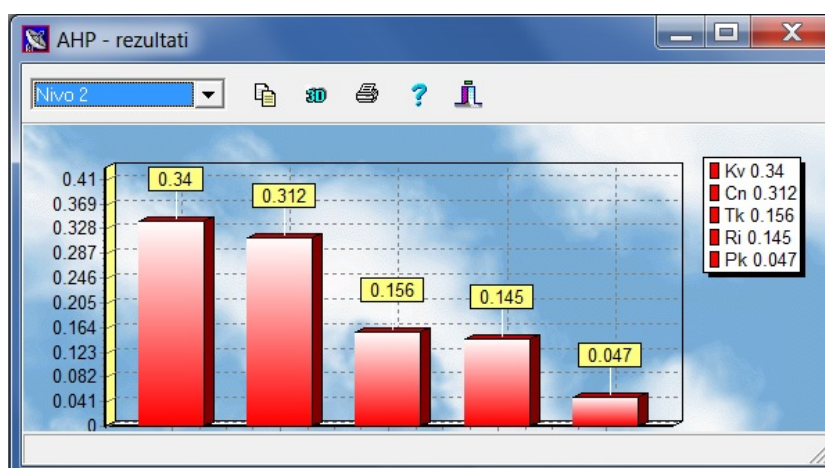
Imajući u vidu tabelu odlučivanja, komisija za javnu nabavku u mogućnosti je da prilikom izbora ekonomski najpovoljnije ponude u fazi e-evaluacija preko portala za elektronsku javnu nabavku sa slike 1 izabere koju metodologiju će da koristi u procesu evaluacije kao što je to prikazano na slici 3.



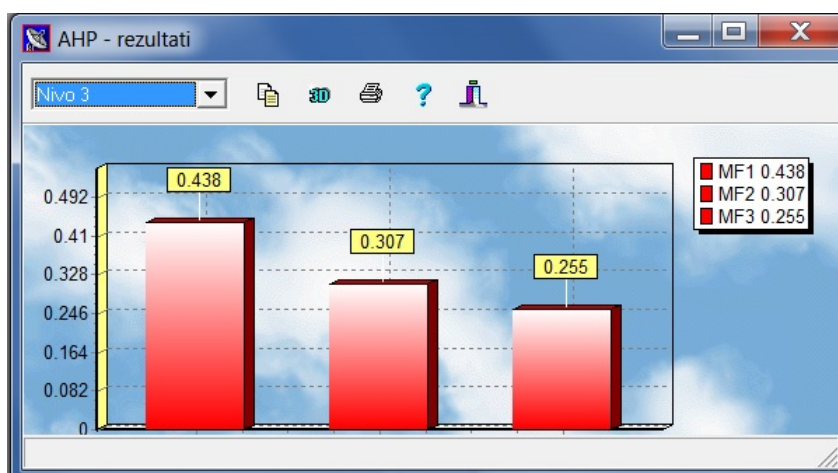
Slika 3: Izbor metodologije za e-evaluaciju ponuda

Za potrebe ovog rada izabrane su metodologije AHP i fAHP. Softverski modul koji vrši izračunavanje na osnovu ovih metodologija kreiran je imajući u vidu osnovne korake AHP-a i fAHP-a, a s obzirom da se radi o metodologijama za rešavanje problema višekriterijskog odlučivanja koje su kao takve opšte poznate i priznate u naučnom svetu, to u ovom radu iste nisu detaljno objašnjene. Više o ovim metodologijama može se pronaći u radovima Saaty, (1980) i Chang, (1992, 1996).

Nakon izbora AHP, određivanja značajnosti između kriterijuma u odnosu na cilj, kao i značajnosti alternativa u odnosu na kriterijume i unošenja potrebnih podataka u softverski modul, dobijeni su rezultati koji su prikazani na slici 4 i slici 5.



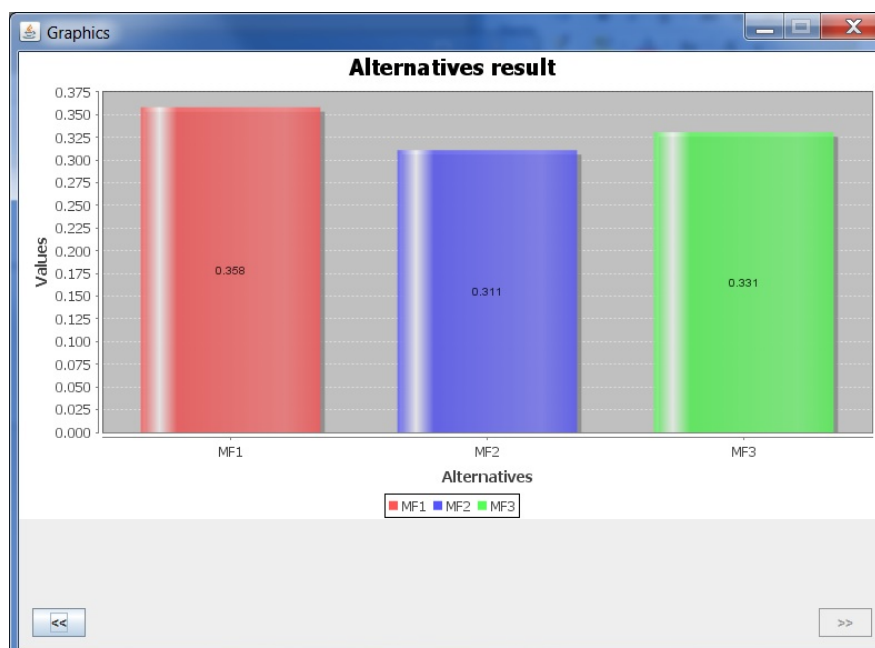
Slika 4: Redosled značajnosti kriterijuma u odnosu na cilj



Slika 5: Redosled alternativa u odnosu na cilj dobijen primenom AHP metodologije

Sa slike 4 i slike 5 može se uočiti da je za državnu instituciju ekonomski najpovoljnija ponuda MF1 sa težinom prioriteta 0,438, dok je u procesu izbora ekonomski najpovoljnije ponude za državnu instituciju vrlo značajan kriterijum kvaliteta sa težinom prioriteta 0,34.

Nakon izbora fAHP-a, određivanja značajnosti između kriterijuma u odnosu na cilj, kao i značajnosti alternativa u odnosu na kriterijume i unošenja potrebnih podataka u softverski modul, dobijen je redosled alternativa kao na slici 6.



Slika 6: Redosled alternativa u odnosu na cilj dobijen primenom fAHP metodologije

Sa slike 6 može se uočiti da je ponuda MF1 ekonomski najpovoljnija u procesu elektronske javne nabavke multifunkcionalnih mašina za potrebe državne institucije kao naručioca (težina prioriteta 0.358) .

4. ANALIZA I POREĐENJE DOBIJENIH REZULTATA U PROCESU IZBORA EKONOMSKI NAJPOVOLJNIJE PONUDE

Poređenjem rezultata dobijenih primenom metodologija AHP i fAHP može se zaključiti da su obe metodologije kao rezultat dale su da je ponuda MF1 ekonomski najpovoljnija. Posmatrajući tabelu odlučivanja može se zaključiti da je ovaj rezultat i realan prikaz stanja s obzirom da za četiri od mogućih pet kriterijuma, ponuda MF1 je najbolje pozicionirana. Dodatno, u odnosu na kriterijum cena, ponuda MF1 može da se svrsta u srednji nivo jer cena iz ove ponude u poređenju sa cenama iz ostalih ponuda, nije ni najniža, ali nije ni najviša. Što se tiče ostalih rezultata, zanimljivo je istaći da se razlikuje poredak ponuda MF2 i MF3 zavisno od metodologije odlučivanja koja se koristi. Tako metodologija AHP-a alternativu MF2 svrstava na drugo mesto, dok fAHP ovu alternativu svrstava na treće mesto. Kada se posmatraju lingvistički

izrazi sa kojima je opisano zadovoljenje postavljenih kriterijuma od strane alternativa MF2 i MF3 uočava se da je alternativa MF3 bolje pozicionirana od alternative MF2 u odnosu na kriterijume: kvalitet, tehnički i poslovni kapacitet i rok isporuke dok je u odnosu na kriterijume cene lošije pozicionirana od alternative MF2.

Na ovom mestu je važno istaći da u praksi nije redak slučaj da najpovoljniji ponuđač iz određenih razloga (finansijska nelikvidnost, aktiviranje bankarskih garancija, nemogućnost vraćanja kredita, odlazak stručnih zaposlenih i sl.) odustane i povuče svoju ponudu i u takvim slučajevima naručilac je u obavezi da izabere sledeću po redu rangiranu ponudu. U navedenom primeru, ukoliko bi se desila takva situacija kod predmetne nabavke, u tom slučaju metodologija AFP-a kao rezultat dala bi alternativu koja je po kvalitetu, tehničkim i poslovnim kapacitetima najlošije rangirana što bi značilo da bi naručilac nabavio multifunkcionalne mašine koje nisu u traženom nivou kvaliteta, a iz primera se može zaključiti da je naručiocu kvalitet bio od izuzetnog značaja. S obzirom da su preferencije donosioca odluka takve da u prvi plan stavlja kvalitet multifunkcionalnih mašina koje nabavlja, a ovaj kriterijum bolje zadovoljava alternativa MF3 u odnosu na alternativu MF2, što se tiče poretka ove dve alternative, fAHP daje pouzdaniji rezultat čime se samo pokazuje da u situaciji neizvesnosti, odnosno odlučivanja u uslovima kada je vrlo važan kriterijum onaj kriterijum koji se ne može kvantitativno izraziti, a to je u ovom slučaju kvalitet, fAHP predstavlja pouzdaniji alat u odnosu na metodu AHP i kao takva unapređuje objektivnost odlučivanja.

5. ZAKLJUČAK

Javna nabavka predstavlja ključni sektor ekonomije Evropske unije koji obuhvata oko 16% bruto proizvoda, dok ova oblast u Republici Srbija zauzima oko 9% bruto proizvoda. S obzirom na ovakav procenat, težnja naručilaca je da obezbedi uštedu u meri koliko je to moguće. Nivo ušteda zavisi u velikoj meri od načina na koji se vrši izbor ekonomski najpovoljnije ponude u procesu elektronske javne nabavke. U ovom radu opisana je primena dve metodologije odlučivanja (AHP i fAHP) koje čine stavni deo softverskog modula za izbor ponude u procesu elektronske javne nabavke. Prikazano je da, u uslovima kada je vrlo važan kriterijum za izbor ponude onaj kriterijum koji se ne može kvantitativno izraziti, što je najčešće kvalitet, fAHP predstavlja pouzdaniji alat u odnosu na metodu AHP i kao takva unapređuje objektivnost odlučivanja.

Buduća istraživanja u ovoj oblasti biće usmerena ka virtuelizaciji portala elektronskih javnih nabavki u Cloud okruženju kao i implementaciji odgovarajućeg programskog modula za izbor najpovoljnijeg ponuđača u okviru opisane faze e-evaluacija, a integracijom novih metodologija odlučivanja u cilju povećanja objektivnosti i preciznosti istog.

LITERATURA

- [1] Bobar, V. (2013). Implementacija elektronske javne nabavke kao servisa elektronske uprave. Konferencija YU INFO 2013, Kopaonik, Srbija, Zbornik radova, 56-61.
- [2] Bobar, V. (2013). Koncept implementacije elektronske javne nabavke u Srbiji: izazovi i rizici. Međunarodna konferencija e-trgovina 2013, Palić, Srbija.
- [3] Chang, D.Y. (1992). Extent analysis and synthetic decision. *Optimization Techniques and Applications*, 1, 352–355.
- [4] Chang, D.Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655.
- [5] Davila, A, Gupta, M & Palmer, R. (2003). Moving Procurement Systems to the Internet: the Adoption and Use of E-Procurement Technology Models, *European Management Journal*, 21(1): 11-23.
- [6] Leipold, K, Klemow, J, Holloway, F & Vaidya, K. (2004). The World Bank e-procurement for the selection of consultants: Challenges and lessons learned, *Journal of Public Procurement*, 4(3): 319-39.
- [7] Karsin, B. (2005). Treća konferencija Mreže za javne nabavke, Direktorat Evropske komisije za Unutrašnje tržište, Ljubljana.
- [8] Narodna Skupština Republike Srbije. (2012). Zakon o javnim nabavkama (strana 2). Beograd.
- [9] Neupane Arjun, Jeffrey Soar, Kishor Vaidya, and Jianming Yong.: Role of Public e-Procurement technology to reduce corruption in government procurement, *International Public Procurement Conference*, August 17-19, Seattle, Washington, 304-334, (2012)
- [10] Saaty, T.L. (1980). *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. New York, NY: McGraw-Hill.
- [11] Suknović, M. (2010). *Uvod u odlučivanje*, FON Beograd.



NEKE MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA SISTEMA POSLOVNE INTELIGENCIJE PROCESOM GRUPNOG ODLUČIVANJA

SOME POSSIBILITIES FOR IMPROVEMENT OF BUSINESS INTELLIGENCE SYSTEM WITH GROUP DECISION-MAKING PROCESS

BISERA ANDRIĆ GUŠAVAC¹, DRAGANA STOJANOVIĆ², IVAN TOMAŠEVIĆ², BARBARA SIMEUNOVIĆ²

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, bisera@fon.bg.ac.rs

² Fakultet organizacionih nauka, Beograd, stojanovicd@fon.bg.ac.rs

Rezime: *U današnje vreme osnovni resurs za kvalitetno odlučivanje je posedovanje znanja koje je osnovni element za donošenje ispravnih upravljačkih odluka. Za podršku odlučivanju najčešće se koristi izraz poslovna inteligencija, koja predstavlja koncepte i metode koji pomažu u lakšem donošenju poslovnih odluka. Svaki uticaj na bilo koji deo procesa grupnog odlučivanja – bio ovaj uticaj pozitivan ili negativan, direktno će se odraziti na sistem poslovne inteligencije, a sa efikasnim alatima sistema poslovne inteligencije kompanije mogu lako da prate sopstveno poslovanje, aktivnost svojih klijenata i trendove u industriji.*

Ključne reči: *Grupa, grupno odlučivanje, poslovna inteligencija.*

Abstract: *Nowadays, the main resource for quality decision-making is possessing the knowledge that is the key element to make the right management decisions. The term business intelligence is commonly used for decision support, and it presents concepts and methods that help improving decision making process. Every influence on any part of group decision making process - positive or negative, will directly affect the business intelligence system. But with efficient business intelligence tools, companies will easily monitor their own business, activity of its clients and industry trends.*

Keywords: *Group, Group decision making, business intelligence.*

1. UVOD

Informacija je jedna od najvažnijih komponenti današnjeg društva. Svet je sve manji, a količina informacija vezanih za život, posao i slobodne vreme pojedinca je sve veći. Peter Drucker je u časopisu Wall Street Journal (broj od 1. decembra 1992.) objavio članak pod nazivom Be Data Literate—Know What to Know gde je istakao da, iako su direktori u kompanijama računarski pismeni, malo njih zna koje informacije su im potrebne, kada su im potrebne i u kojoj formi su im te informacije potrebne.

S druge strane, u današnje vreme osnovni resurs za kvalitetno odlučivanje je posedovanje znanja koje je osnovni element za donošenje ispravnih upravljačkih odluka, a svet oko nas je prepun i preopterećen informacijama i podacima, a kompanije u suštini pokazuju nedostatak preko potrebnog znanja.

Pronalaženje pravih informacija potrebnih za lakše i tačnije donošenje poslovnih odluka omogućava jedna od tehnika poslovnog izveštavanja - poslovna inteligencija. Howard Dresdner je 1989. godine po prvi put predložio pojam *Business Intelligence* kako bi kategorizirao koncepte i metode koji pomažu u lakšem donošenju poslovnih odluka.

Donošenje odluka u okruženju poslovne inteligencije može postati veliki izazov i ponekad je čak i nemoguće doneti odluku ukoliko su podaci na kojima se odluka zasniva nedovoljni ili lošeg kvaliteta. Jedino je moguće efikasno iskoristiti podatke kada su oni precizni, ažurni, potpuni i dostupni u odgovarajućem trenutku. Tada su donosioci odluka i korisnici u najboljem položaju da odrede kvalitet podataka koji su im dostupni (Marshall & De la Harpe, 2009).

2. GRUPA

Većinu odluka u organizacijama ne donesu pojedinci, već grupe pojedinaca. Grupa je mali broj ljudi sa komplementarnim veštinama angažovanim u zajedničke svrhe, radi specifičnog načina ostvarivanja cilja, zajedničkog radnog pristupa i međusobne podele odgovornosti (Ware, 1995).

Kada se identifikuje grupno odlučivanje, misli se na nekoliko pojedinaca koji rade zajedno kako bi završili neki zadatak. Ovi pojedinci mogu biti ljudi koji uvek rade zajedno i stoga imaju neko zajedničko iskustvo. Takođe, oni mogu biti priključeni grupi samo radi jedne odluke i nisu upoznati sa iskustvom i znanjem koje ostalih članova grupe. Grupa se može sastajati na jednoj lokaciji ili se sastanci mogu voditi telekonferencijom.

U teoriji, grupe su razvijene, jer one mogu obezbediti bolje rešenje nego pojedinac. Na primer, kroz diskusiju, grupe mogu bolje razumeti kompleksnost problema. Grupa poseduje više veština od pojedinca i tako može generisati više alternativa za rešavanje problema. Slično tome, s obzirom da je u grupu uključeno više pojedinaca, veće su šanse da se brzo otkriju i isprave eventualne greške. I naravno, ukoliko grupa učestvuje u odlučivanju, verovatnije je da će prihvatiti odluku i da neće postojati otpor sprovođenju te odluke.

Grupa obogaćuje proces izbora tako što uključuje znanje, iskustvo i uglavnom različite poglede nekolicine pojedinaca na problem izbora. Ovakav pristup može omogućiti grupi da bolje razume problem, da usmeri energiju na nalaženje kreativnih rešenja i da identifikuje probleme u samom procesu. Grupa ima i neke slabe strane koje utiču na proces donošenja odluka, kao što je, na primer, trajanje procesa donošenja odluke koje je, naravno, duže nego kad odluku donosi pojedinac.

Još jedna slaba strana grupe je i pojava „grupnog mišljenja” koje postoji u svakoj grupi i može pogoršati nekompletno i neodgovarajuće korišćenje informacija. *Groupthink* – grupno mišljenje uglavnom rezultuje neefikasnim donošenjem odluka i lošim odlukama.

Grupno mišljenje se uglavnom povezuje sa grupama koje imaju visok nivo zajedništva, koji su izolovani od spoljnih izvora informacija koje mogu da utiču na njihovu odluku i koje deluju u izuzetno promenljivoj okolini (Sauter, 1997).

Grupno mišljenje podrazumeva smanjivanje individualne sposobnosti rasuđivanja članova grupe usled pritiska grupe da se prihvati jedinstveni stav grupe i da ne iznose informacije ili argumenti koji bi ga doveli u pitanje. Grupno mišljenje se po pravilu pojavljuje u vrlo kohezivnim grupama izolovanim od svoje okoline ali sa jakim, autoritativnim liderom. Posledica grupnog mišljenja je da grupa samo „imitira” proces odlučivanja, a zapravo je odluka već doneta i čitava „igra” odlučivanja ima za cilj da zadovolji formu i da se na kraju formalno sankcioniše odluka koja je doneta na samom početku.

3. GRUPNO ODLUČIVANJE

Često se grupno odlučivanje ne odvija baš onako kako smo očekivali. Ovaj proces može biti spor (na primer potrebno je svaki put organizovati sastanak tako da svi članovi grupe budu prisutni – a to često i nije tako jednostavno) ukoliko se njime dobro ne upravlja. Često se troši dragoceno vreme na čekanje, socijalizovanje i slično. Neki članovi grupe se umnogome oslanjaju na ostale članove i ne doprinose onoliko koliko bi trebalo.

Postoje još dva velika problema koja se javljaju tokom rada grupe. Prvi problem je što postoji tendencija da se prilagodi razmatranom rešenju previše rano, t.j. pre nego što je rešenje u potpunosti analizirano. Pritisak grupe na neke članove dovodi do toga da ti članovi prihvate dato rešenje čak i ako nisu u potpunosti za to rešenje. Drugi problem koji se javlja je grupna dinamika. Član grupe sa najvećim autoritetom, ili član koji je u grupi najviše vremena, ili član sa najboljim referencama ili čak i član grupe koji je najglasniji i najuporniji, najdominantniji dominira na neki način diskusijom i na taj način ostali ostaju u senci njegovih odluka. Ukoliko pravimo sistem za podršku odlučivanju koji će poboljšati grupno odlučivanje, tada moramo uzeti u obzir ne samo sve prethodno navedeno već i sve karakteristike koje će izneti u prvi plan pozitivne atribute grupe, a minimizovati negativne.

Proces grupnog odlučivanja (DeSanctis & Gallupe, 1987) je složen kvantitativno-kvalitativni proces rešavanja problema. Ovakav proces će naravno biti potpomognut informacionom tehnologijom. Postoji mnogo načina definisanja faza procesa grupnog odlučivanja u literaturi. Prvi koncept faza procesa grupnog odlučivanja (Kersten, 1997) sastoji se iz sledećih aktivnosti:

- Preciziranje lokacije (mesta) za grupno odlučivanje. Tehnologija komuniciranja može da se realizuje bilo u lokalnom okruženju ili da bude prostorno udaljena, a ovo je naravno moguće zahvaljujući informatičkoj podršci. Bez obzira na način komunikacije, neophodno je obezbediti sinhronizovanu razmenu informacija, raspravu i pregovaranje o problemu koji se rešava.
- Definisanje programa rada. Sagledava se evidentirani problem, ističu se svi ciljevi sistema i jasno se evidentiraju relevantni kriterijumi za odlučivanje.
- Specifikacija i analiza problema. Učesnici sesije inicijalizuju strategije rešavanja problema, a tokom analize samog problema, članovi grupe mogu identifikovati nova ograničenja, kao i eventualne dopunske zahteve.

- Integracija individualnih rešenja. Intenzivna razmena informacija među članovima tima rezultuje svim mogućim alternativnim pravcima koji vode rešenju problema.
- Vođenje ka usaglašavanju i kompromisu. Uspešna primena prethodne faze vodi članove grupe ka ograničenom broju mogućih rešenja koja su rezultat kompromisa.
- Prevođenje odluke u poslovnu strategiju. Ukoliko je proces grupnog usaglašavanja bio uspešan, sledi prevođenje donete odluke (prihvaćene alternative) u poslovnu strategiju preduzeća.

Proces rešavanja evidentiranog problema najčešće se sastoji u korišćenju adekvatne metode. Opšte je prihvaćeno mišljenje da se pod metodom podrazumeva skup precizno definisanih pravila koje vode ka ostvarenju definisanog cilja. Najbolji način da se dođe do dobre ideje je generisanje što je moguće više ideja (Čupić et al., 2001).

3. POSLOVNA INTELIGENCIJA

Sistemi za podršku odlučivanju - SPO je tehnologija koja je dostigla svoj zenit 90-tih, a nastavila je da se razvija pod drugim nazivima. Naslednik SPO je poslovna inteligencija, ali postoje i drugi sistemi čiji je zadatak da pruže podršku odlučivanju. Dve veoma popularne tehnologije su se izdvojile sa ciljem da pružaju podršku odlučivanju na različitim nivoima upravljanja (Suknović & Delibašić, 2010):

- Poslovna inteligencija – služi za podršku odlučivanju za polustrukturirane i nestrukturirane probleme odlučivanja (taktički i strateški nivo menadžmenta) i
- Upravljanje resursima preduzeća – ERP – služi za podršku odlučivanju na operativnom i taktičkom nivou menadžmenta i za strukturirane i polustrukturirane situacije odlučivanja.

Danas je sve manja razlika između informacionog sistema jedne organizacije i SPO, tj. došlo je do delimičnog ujedinjavanja ova dva koncepta i otuda se i koristi naziv poslovna inteligencija (PI) koji ujedinjuje ova dva koncepta sa ciljem da podrže taktičko i strateško odlučivanje.

U današnje vreme osnovni resurs za kvalitetno odlučivanje je posedovanje znanja koje je osnovni element za donošenje ispravnih upravljačkih odluka. Svet oko nas je prepun i preopterećen informacijama i podacima, a kompanije pokazuju nedostatak preko potrebnog znanja.

Isto kao i u samim kompanijama, tako i u svakodnevnom životu i radu svakog čoveka, za donošenje odluke uvek je bila neophodna određena podrška tom procesu. U većini situacija javlja se velika količina informacija koje je potrebno obraditi, a naravno da rad sa takvom količinom informacija zahteva i vreme. A vreme je kao resurs uvek ograničeno i nemamo na raspolaganju onoliko vremena koliko nam je potrebno da obradimo sve informacije. Ovde se već uočava potreba za dobrom podrškom odlučivanju kako bi bila donesa odgovarajuća i kvalitetna odluka.

Za podršku odlučivanju u današnje vreme se najčešće koristi izraz poslovna inteligencija (prevodi se i kao poslovno izveštavanje). Poslovna inteligencija može da se definiše kao:

Skup informacionih tehnologija, organizacionih pravila, kao i znanja i veština zaposlenih u organizaciji udruženih u generisanju, zapisivanju, integraciji i analizi podataka sve sa ciljem da se dođe do potrebnog znanja za donošenje odluke (Suknović & Delibašić, 2010).

Pod poslovnom inteligencijom se najčešće podrazumevaju dve oblasti: skladište podataka i otkrivanje zakonitosti u podacima. Podršku odlučivanju, kao i samu poslovnu inteligenciju, karakteriše sinergija informacionih tehnologija, organizacionih pravila i ljudskog znanja i veština. Danas je podrška odlučivanju najčešće neophodan uslov za učestvovanje u tržišnoj trci. Da bi mogle da analiziraju velike količine podataka i donose prave i pravovremene odluke neophodno je integrisati podatke u poslovni proces na takav način da donosioci odluka dobijaju prave informacije i znanje za donošenje ispravnih odluka.

Sistem poslovne inteligencije bi trebalo po (Azvine et. al. 2006) da zadovolji sledeće:

- punjenje podataka u bazu podataka u realnom vremenu,
- punjenje modela iz baze modela u realnom vremenu,
- analiza rezultata modela u realnom vremenu i
- donošenje odluke u realnom vremenu.

Strukturu sistema poslovne inteligencije čine sledeći slojevi (Suknović & Delibašić, 2010):

- transakcioni (operativni),
- integrativni i
- analitički sloj.

Operativni sloj (transakcioni sloj) generiše podatke poslovanja. Sve što se događa u poslovanju treba da se očitava u skladištu podataka, a odluke donete na osnovu izveštaja iz analitičkog sloja treba da se odraze u operativnom sloju. Analitički sloj je odgovoran za pravljenje izveštaja za DO i u njega su uključeni alati za izveštavanje kao i različiti modeli iz baze modela (najviše se ističu algoritmi za otkrivanje zakonitosti u podacima). Da bi sistem PI mogao da funkcioniše u realnom vremenu, potrebno je znanja analitičara

formalizovati i automatizovati. Drugi važan sloj sistema PI je integrativni sloj koji predstavlja sponu između izmađu modela i podataka poslovanja. Da bi ovaj sloj funkcionisao u realnom vremenu potrebno je da se omogući jednostavan pristup podacima poslovanja kroz definisano skladište podataka, definisan tok učitavanja podataka iz poslovanja u skladište podataka i sistem za upravljanje kvalitetom podataka.

4. UNAPREĐENJE GRUPNOG ODLUČIVANJA – UNAPREĐENJE POSLOVNE INTELIGENCIJE

Grupno odlučivanje može da donese veće i bogatije znanje i iskustvo i stoga i bolje odluke. Istraživanja pokazuju da grupe koje radije dele jedinstvene informacije koje su poznate samo nekolicini članova, nego što diskutuju o informacijama koje su poznate svim članovima, donose i bolje odluke. Grupe koje više razgovaraju međusobno donose bolje odluke. Grupe su poboljšale i deljenje jedinstvenih informacija i opseg diskusija među članovima grupe u momentu kada je grupa bila više fokusirana i visoko strukturirana.

Kada se govori o poboljšanju grupnog odlučivanja, mora se fokusirati i na fenomen grupnog mišljenja. Postoji niz mera koji se mogu preduzeti u grupi prilikom njenog odlučivanja da ne bi došlo do pojave grupnog mišljenja [HTTP1]:

- Vođa grupe treba da se uzdržava od toga da unapred saopštava kakve odluke želi ili očekuje. Po pravilu, lider grupe treba da poslednji iznosi svoje mišljenje.
- Vođa treba da ohrabri svakog člana da slobodno kritikuje sve iznete ideje.
- Neko u grupi treba da dobije ulogu *đavolovog advokata* - da uvek iznosi argumente suprotne onima koji su u većini u grupi čak i ako sam ne misli tako. Ukoliko niko drugi to ne čini, tu ulogu treba da preuzme lider grupe.
- Grupa treba da se podeli na podgrupe i da odvojeno razmatra problem, a da zatim raspravi razlike između njih.
- Na sastanke grupe treba pozivati i stručnjake za oblast o kojoj se odlučuje koji nisu članovi grupe.
- Svaki član grupe treba povremeno da o odluci grupe porazgovara sa svojim kolegama koji nisu članovi grupe.
- U organizaciji treba formirati više grupa koje nezavisno razmatraju isto pitanje.

Grupa često kolektivno racionalizuje proces izbora, čak se javlja i autocenzura nekih članova kako se ne bi razlikovali od usvojenih vrednosti grupe. Problem koji se vezuje za grupno razmišljanje je što ono može dovesti do loših procesa odlučivanja. Najčešći problemi koji se javljaju su nekompletna lista alternativa, nedovoljno razumevanje ciljeva, nedovoljna analiza rizika kod preferiranih alternativa, loša pretraga informacija, loša evaluacija alternativa. Svaka od nabrojanih stavki može dovesti do lošeg donošenja odluka.

Osnovni cilj donosioca odluke je da određeni probleme koji se javlja u poslovnom procesu organizacije reši na što bolji način. To može da uradi ako poseduje znanje za donošenje odluke. Prema modelu poslovne inteligencije koji se razvija u okviru Centra za poslovno odlučivanje na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu (Suknović & Delibašić, 2010) model PI pruža donosiocu odluke podršku u procesu dolaska do znanja koristeći ekspertsku i računarsku pomoć. Sa ekspertske strane, DO stoji na raspolaganju ili podrška grupe ili ekspertska podrška. Svaki put kada grupa ili ekspert reše određeni problem oni time znanje koje sami poseduju unapređuju.

Svako poboljšanje procesa grupnog odlučivanja vodi i poboljšanju procesa poslovne inteligencije. A na taj način su bolja rešenja kao izlaz iz procesa poslovne inteligencije istovremeno i ulaz u proces grupnog odlučivanja.

Poslovna inteligencija je skup procesa i tehnologije koji obezbeđuju konzistentne, tačne podatke i analitičke alate za ispunjavanje strateških i operativnih ciljeva. Vrednost PI leži u njenoj sposobnosti da upravlja podacima u svrhu obezbeđivanja preciznih odgovora na poslovna pitanja. PI se konstantno razvija i kako preduzeća rastu i dostižu zrelost, isto tako se razvija i potreba za integracijom kritičnih poslovnih procesa i za sakupljanjem doslednih informacija. Organizacije koje su implementirale PI navode sledeće ključne koristi od nje:

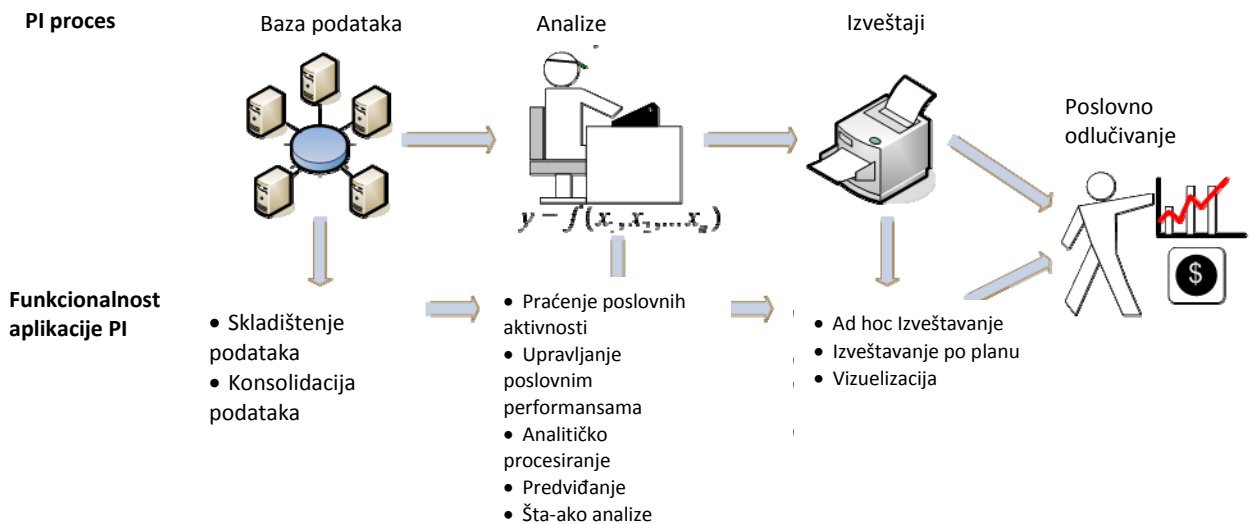
- Lakoća pristupa informacijama,
- Dublji uvid u podatke,
- Povećana produktivnost zaposlenih,
- Poboljšan korisnički servis,
- Poboljšana preciznost predviđanja,
- Poboljšano donošenje odluka.

Poslovna inteligencija je skup procesa i tehnologija (slika 1) [HTTP2]:

- PI kao proces predstavlja integraciju, analizu i primenu poslovnih podataka kako bi pomogli poslovnim odlučivanju i doneli stvarnu poslovnu vrednost.

- PI kao softverska aplikacija se sastoji od velikog broja alata koji olakšavaju proces PI tako što obezbeđuju bolje podatke i veću efikasnost donosiocima poslovnih odluka.

Možemo uočiti da na slici 1 nije predstavljena povratna sprega od Poslovnog odlučivanja ka procesu poslovne inteligencije. Ova veza je odlično predstavljena u modelu poslovne inteligencije koji se razvija na FON-u (Suknović & Delibašić, 2010).



Slika 1: PI kao skup procesa i tehnologija

Svakim poboljšanjem poslovne inteligencije poboljšaćemo i proces odlučivanja, pa i proces grupnog odlučivanja. Naravno da je veoma važno unaprediti sistem poslovne inteligencije, stoga što PI obezbeđuje podatke i analitičke alate koji će pomoći ispunjenju poslovnih ciljeva. Glavna vrednost PI je njena sposobnost da manipuliše podacima u svrhu davanja blagovremenih odgovora na poslovna pitanja (tabela 1).

Tabela 1: Poslovni ciljevi potpomognuti poslovnom inteligencijom [HTTP2]

	Interaktivni pristup podacima	Daje informacije donosiocima poslovnih odluka u zahtevanoj formi i u zahtevanom trenutku.
	Konsolidacija i skladištenje podataka kompanije	Centralizacija ubrzava pristup poslovnim podacima Konsolidacija podataka iz više izvora kako bi se obezbedila konzistencija.
	Sagledavanje podataka kompanije iz različitih uglova	PI omogućava korisnicima da analiziraju informacije na način koji im obezbeđuje odgovore potrebne njihovoj poslovnoj jedinici.
	Analiza podataka iz prethodnih perioda i tekućih podataka	Daje nov uvid na operacije. Olakšava donošenje boljih poslovnih odluka. Poboljšava upravljanje poslovnim performansama Omogućava uočavanje strateških šansi.

Možemo reći i da svako poboljšanje samog procesa grupnog donošenja odluka, a samim tim i na proces PI. Možemo dati i jedan primer poboljšanja jedne od faza u procesu GO. Kako sam proces grupnog odlučivanja i počinje odabirom mesta sastanka, možemo reći i da najboljim odabirom mesta sastanka možemo uticati na i na izbor boljeg rešenja problema koji se razmatra u grupi. Postoji i podela razvijenih aplikacija grupnih sistema za podršku odlučivanju (GSPO) na osnovu kriterijuma udaljenost članova tima i trajanje sastanka (DeSanctis, Gallupe 1987):

- Soba za odlučivanje – slična sali za sastanke, oprema se uređajima koji podržavaju grupno donošenje odluka.

- Lokalna mreža za odlučivanje – koriste donosioci odluka u svojim kancelarijama i svaki DO ima radnu stanicu na svom stolu gde se na serveru nalazi instaliran softver za GSPO, zajedno sa bazom podataka i bazom modela.
- Telekonferencija – za udaljene članove grupe; jedna ili više sala za odlučivanje povezuju se virtuelnim i/ili komunikacionim uređajima.
- Daljinsko odlučivanje – danas je praktično potpuno nov izazov razvijanja aplikacija GSPO. Iniciran je razvojen Interneta. On predstavlja fuziju informacionih tehnologija i algoritama procesa grupnog odlučivanja, a njegova osobina je neprekidna komunikacija između udaljenim članova tima.

5. NAREDNA GENERACIJA SISTEMA POSLOVNE INTELIGENCIJE

Neki autori pominju nekoliko vrsta inteligencije (Longbing et. al. 2007) koji utiču i povezani su sa poslovnom inteligencijom. Razvoj poslovne inteligencije umnogome zavisi i od tipova inteligencije kao što su inteligencija okruženja, ljudska inteligencija i web inteligencija koje su blisko vezane sa poslovnom inteligencijom. Pod inteligencijom okruženja podrazumevaju se samo okruženje, kao i organizaciona inteligencija. Web inteligencija obuhvata sve vezano za pretraživanje interneta za podacima, ali ovde se uključuje i inteligencija vezana za društvene grupe na netu. Bliže objašnjenje ovih pojmova, kao i pojam inteligencije podataka koji obuhvata informacione sisteme preduzeća i eksterne izvore podataka videti u (Longbing et. al. 2007).

Ljudska inteligencija igra osnovnu i nezamenjivu ulogu u razvoju poslovne inteligencije. Neki od aspekata ljudske inteligencije koji utiču na unapređenje poslovne inteligencije su direktno uključivanje informacija prikupljenih od eksperata, verovanja i očekivanja ljudi, emocionalna inteligencija, inspiracija, brainstorming, učenje iz inteligencije grupe, socijalna inteligencija.

Svaki uticaj na bilo koji deo procesa grupnog odlučivanja – bio ovaj uticaj pozitivan ili negativan, direktno će se odraziti na sistem poslovne inteligencije. Poslovna inteligencija odavno je prevazišla poimanje ovog pojma samo kao poslovno izveštavanje, već se ona odnosi na opširne analize podataka kompanije radi boljeg odlučivanja u kompaniji. Tehnologija i procesi koji omogućuju sprovođenje ovih analiza od glomaznog skupa informacija stvaraju organizovane, lake za preuzimanje kompilacije podataka. Sa efikasnim alatima PI kompanije mogu lako da prate sopstveno poslovanje, aktivnost svojih klijenata i trendove u industriji. Intelligentni sistemi za podršku poboljšavaju poslovno odlučivanje iz dana u dan.

LITERATURA

- [1] Azvine, B., Cui, Z., Nauck, D. D., & Majeed, B. (2006, June). Real time business intelligence for the adaptive enterprise. In E-Commerce Technology, 2006. The 8th IEEE International Conference on and Enterprise Computing, E-Commerce, and E-Services, The 3rd IEEE International Conference on (pp. 29-29). IEEE.
- [2] Čupić M., Rao Tummala V. M., Suknović M. (2001), Odlučivanje: formalni pristup, Beograd: Fakultet organizacionih nauka.
- [3] Desanctis, G., & Gallupe, R. B. (1987). A foundation for the study of group decision support systems. *Management science*, 33(5), 589-609.
- [4] HTTP1. http://www.ekof.bg.ac.rs/studije/2007/predmeti/org_i_upr_ljud_res/5%20GRUPE%20I%20TIMOVI.pdf
- [5] HTTP2. <http://www.infotech.com/research/enabling-decision-making-through-business-intelligence?c=unlock1,5.12.2012>.
- [6] Kersten, G. E. (1997). Support for Group Decisions and Negotiations An Overview*. In *Multicriteria analysis* (pp. 332-346). Springer Berlin Heidelberg.
- [7] Longbing, C., Chengqi, Z., Dan, L., & Ruwei, D. (2007). Intelligence Metasynthesis in Building Business Intelligence Systems.
- [8] Marshall, L., & De la Harpe, R. (2009). Decision making in the context of business intelligence and data quality. *SA Journal of Information Management*, 11(2).
- [9] Sauter, V. L. (1997). *Decision Support Systems for Business Intelligence*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [10] Suknović M., & Delibašić B. (2010), *Poslovna inteligencija i sistemi za podršku odlučivanju*, Beograd: Fakultet organizacionih nauka
- [11] Ware, J. (1995). Some aspects of problem solving and conflict resolution in management groups, In Schlesinger, Harvard Business School Pres. Boston.



MULTIBIOMETRIJSKI SISTEMI ZA UTVRĐIVANJE IDENTITETA

MULTIBIOMETRIC SYSTEMS FOR DETERMINING THE IDENTITY

SAŠA PAUNOVIĆ¹, DUŠAN STARČEVIĆ²

¹ Ministarstvo unutrašnjih poslova R. Srbije, sasa.paunovic@mup.gov.rs

² Fakultet organizacionih nauka, Beograd, starcevic.dusan@fon.bg.ac.rs

Rezime: Danas se biometrijski sistemi koriste u svim sferama života. Počev od finansijskih, medicinskih, poslova komunikacija, pa do različitih poslova osiguranja, zaštite, vladinih agencija, kriminalistike i forenzike. Međutim biometrijski sistemi, koji koriste samo jednu biometrijsku karakteristiku su limitirani u pogledu preciznosti. Navedeni problemi se mogu prevazići upotrebom multibiometrijskih sistemima, koji za utvrđivanje identiteta koriste istovremeno kombinovanje više biometrijskih karakteristika. Ovakvi sistemi su fleksibilniji za korisnike, imaju veći stepen preciznosti i pouzdanosti prilikom identifikacije.

Ključne reči: Biometrijski sistemi, identitet, multibiometrija, unimodalnost, multimodalnost.

Abstract: Biometric systems today, are used in all areas of life, from the financial, medical, business communications, and to a variety of insurance, protection, government agencies, criminology and forensics. However, biometric systems which use a single biometric characteristic are limited in terms of accuracy. These problems can be overcome by using multibiometric systems, that for determining the identity simultaneously combine multiple biometric characteristics. These systems are more flexible for users and have a high degree of precision and reliability of the identification.

Keywords: Biometric system, identity, multibiometric, unimodal and multimodal system.

1. UVOD

U savremenom svetu, svetu protoka informacija, postojanja međunarodnog terorizma, porasta organizovanog kriminala, sve više se javlja potreba za bezbednošću. Uvođenje biometrijskih sistema predstavlja bezbednosnu preventivu od različitih vidova zloupotreba, od kojih se očekuje predvidljivost i eliminacija bezbedonosnih izazova i pretnji. Korišćenje biometrijskih sistema je postalo presudni faktor ako se želi postići najveći mogući stepen zaštite i tačnosti prilikom provere i utvrđivanja identiteta. Biometrijski sistemi za utvrđivanje identiteta se zasnivaju na tehnologijama kojima se analiziraju čovekove fizičke karakteristike i karakteristike ponašanja. Pored unimodalnih biometrijskih sistema, poslednjih godina se razvijaju biometrijski sistemi koji u svom radu koriste više biometrijskih karakteristika za utvrđivanje identiteta. Primenom multibiometrijskih sistema ili multimodalnih biometrijskih sistema prevazilaze se nedostaci i ograničenja koje susrećemo kod unimodalnih biometrijskih sistema. U ovom radu dat je kraći pregled stanja u oblasti primene multibiometrijskih sistema sa ciljem da se ohrabri i osnaži njihov razvoj. Drugi deo rada je posvećen predstavljanju opštih gradivnih elemenata biometrijskih sistema za utvrđivanje identiteta. U trećoj sekciji iznećemo osnovne karakteristike multibiometrijskih sistema i opisati prednosti prednosti u odnosu na unimodalne biometrijske sisteme. U četvrtom delu rada analizirani su unimodalni biometrijski sistemi za utvrđivanje identiteta, kao i ograničenja ovih sistema. U petoj sekciji rada biće prezentovani multimodalni biometrijski sistemi, kao sistemi koji su znatno napredniji i precizniji u postupku identifikacije od unimodalnih i koji se danas koriste za sofisticirano utvrđivanje identiteta.

2. BIOMETRIJSKI SISTEMI ZA UTVRĐIVANJE IDENTITETA

Biometrijski sistemi automatski identifikuju ili proveravaju identitet pojedinca na osnovu fizioloških i ponašajnih osobina individue. Ovaj proces se vrši upotrebom računarske tehnologije, koja u realnom vremenu upoređuje aplikativno izvedene fiziološke ili ponašajne vrednosne šablone sa ranije registrovanim šablonima o individuama. U konkretnim slučajevima uređajima se prikupljaju podaci koji se odnose, na primer, na sliku lica ili dlana, otisak prsta, iris, potpis, hod, glas.

U zavisnosti od potreba, biometrijski sistem može funkcionirati na dva načina:

1. Autentifikacija ili provera tvrdnje o navedenom identitetu. Sistem potvrđuje ili odbija navedeni identitet upoređivanjem akviriranih biometrijskih karakteristika sa šablonom prethodno sačuvanim u bazi. To je poređenje jedan prema jedan. Ako neko želi da predstavi svoj identitet koji treba da bude potvrđen, prilaže svoj biometrijski šablon, na primer, sadržan na plastičnoj identifikacionoj kartici. Sistem tada poredi podatke sa kartice, sa snimljenim podacima osobe koja je priložila karticu. Ako se oba podudaraju, ta osoba je prihvaćena, u suprotnom je odbijena. Ova vrsta prepoznavanja se naziva i pozitivno prepoznavanje. Cilj je sprečavanje da više ljudi koristi isti identitet.
2. Identifikacija ili prepoznavanje identiteta. Sistem upoređuje akvirirane biometrijske karakteristike osobe sa šablonima sačuvanim u bazi da bi našao najveće poklapanje. Tom prilikom se izvodi upoređivanje tipa jedan prema više. Sistem uz pomoć biometrijskog skenera proverava da li se posmatrana biometrijska karakteristika nalazi u bazi biometrijskog sistema lica kojima je dozvoljeno korišćenje zaštićenog resursa. Ako je odgovor, na primerm potvrđan, sistem dozvoljava ulaz u zgradu. Ovo se naziva još i negativno prepoznavanje jer sistem može utvrditi da li je osoba ona osoba za koju se predstavlja. Cilj je sprečavanje jedne osobe da koristi više identiteta.

Biometrijski sistemi se uglavnom se sastoje od dva segmenta i to od segmenta koji se koristi za uzimanje i registraciju biometrijskih karakteristika, kao i od segmenta za utvrđivanje identiteta osoba. Proces uzimanja podataka sastoji se od:

- Skeniranja biometrijskih karakteristika posebnim biometrijskim uređajem,
- Računarske obrade akviriranih podataka i pripreme za upis u bazu biometrijskih podataka,
- Upisa podataka u lokalnu bazu podataka, neku centralnu bazu ili upisa na lokalni prenosni uređaj (na primer, smart kartica).

Proces prepoznavanja sastoji se od:

- Skeniranja biometrijskih podataka posebnim biometrijskim uređajem,
- Računarske obrade akviriranih biometrijskih podataka i pripreme za upoređivanje sa ranije uzetim podacima,
- Upoređivanja uzetih podataka sa ranije upisanim podacima.

Postoje dva načina prepoznavanja i to:

Tip 1:n : „Da li ja znam ko si ti?” Uzeti biometrijski podaci se upoređuju sa podacima koji se nalaze u bazi podataka na računaru.

Tip 1:1 : „Da li si ti onaj za koga se izdaješ?” Biometrijski podaci se upoređuju sa podacima koje je korisnik doneo (na primer, sa smart kartice). Rezultati upoređivanja se prosleđuju aplikaciji na dalju obradu.

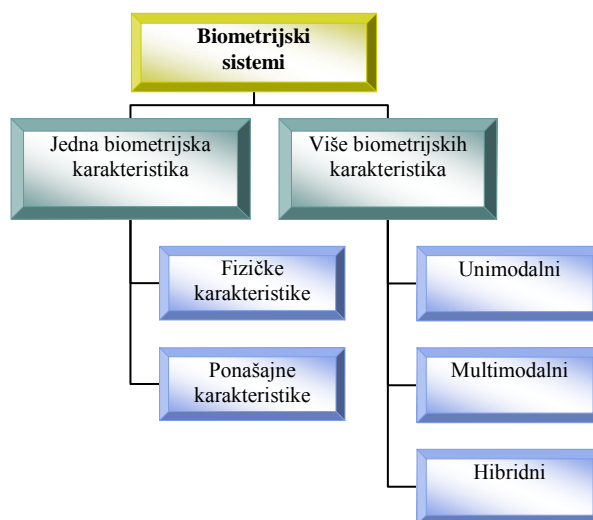
Svaki biometrijski sistem ima pet modula [1]:

1. Ulazni uređaj, senzor (*engl. sensor module*), koji uzima biometrijsku karakteristiku i konvertuje je u digitalni oblik. Na primer, skener za otiske prstiju;
2. Modul za izdvajanje karakteristika (*engl. feature extraction module*) koji obrađuje digitalizovan podatak radi izdvajanja karakteristika koje ga čine jedinstvenim i koje se mogu smestiti u šablon (*engl. template*). Na primer, izdvajanje minucija iz slike otiska prsta;
3. Modul za skladištenje podataka. Na primer, skladištenje izvedenog šablona u bazu podataka;
4. Modul za poređenje (*engl. matching module*). Modul koji poređuje izdvojene karakteristike sa podacima iz šablona sačuvanog u bazi;
5. Modul za donošenje odluke (*engl. decision-making module*). Modul koji na osnovu skora poređenja donosi ili pomaže donošenju odluku da li se navedeni identitet prihvata ili odbija (u postupku provere) ili utvrđuje (u postupku identifikacije).

Pored takozvanih pozitivnih biometrijskih sistema, postoje i negativni biometrijski identifikacioni sistemi. Oni su dizajnirani tako da potvrđuju nepostojanje biometrijske osobine koja se želi identifikovati. Kod ovih sistema traži se nepodudaranje rezultata. Poređenjem biometrijskih podataka osobe koja se želi identifikovati sa podacima iz baze podataka sprečava se zloupotreba, odnosno onemogućava se toj osobi da se korišćenjem lažnih dokumenata registruje pod više identiteta. Drugi tip je nadzorna baza, na kojoj se nalaze biometrijski podaci sumnjivih osoba ili osoba sa specijalnim statusom (kao što su lica koja su u programu zaštite svedoka). Te baze su dizajnirane tako da identifikuju osobe sa liste sumnjivih i upozore bezbednosne službe, radi preduzimanja potrebnih mera. Prilikom odabira biometrijskih sistema mora se voditi računa o pouzdanosti donošenja zaključaka. Na donošenje odluke o uvođenju sistema u rad utiče tačnost podataka sa kojima se radi, brzina rada, prihvatljivost, odnosno spremnost ljudi da prihvate korišćenje ovih sistema u

svakodnevnom radu, kao i otpornosti sistema na zloupotrebu i na napade. Biometrijski sistemi se najčešće koristi za poboljšavanje bezbednosti računarskih mreža, za zaštitu finansijskih transakcija, obezbeđivanje međunarodnih granica, kontrolu pristupa zaštićenim radnim lokacijama i sprečavanje različitih prevara.

Biometrijski sistemi se mogu klasifikovati na više načina. Ukoliko se kao osnov za klasifikaciju uzmu uzorci koji se čuvaju u bazi podataka, biometrijske sisteme identifikacije delimo na sisteme koji za identifikaciju koriste jednu biometrijsku karakteristiku i na one koji koriste više biometrijskih karakteristika. Biometrijski sistemi identifikacije koji rade sa jednom biometrijskom karakteristikom nazivaju se *unibiometrijski* sistemi, dok sistemi koji u radu koriste više različitih karakteristika nazivaju se *multibiometrijski sistemi*. Na slici 1 je data klasifikacija biometrijskih sistema prema tipovima uzoraka u bazi podataka.



Slika 1: Klasifikacija biometrijskih sistema prema uzorcima u bazi podataka

3. MULTI BIOMETRIJSKI SISTEMI

Kada se za identifikaciju koristi jedna biometrijska karakteristika veća je mogućnost da dođe do pogreške u krajnjem rezultatu u odnosu na situaciju kada se za identifikaciju koristi fuzija nezavisnih biometrijskih karakteristika. To se može bliže objasniti na sledeći način. Biometrija prepoznavanja glasa predstavlja identifikaciju govornika, odnosno prepoznavanje onoga ko je izgovorio neke reči. Ona se zasniva na prepoznavanju karakteristika glasa. Međutim, glas je podložan promenama, između ostalog, zbog prehlade, starosti ili trenutnog emotivnog stanja. U aplikacijama koje koriste samo ovu biometriju može doći do greške u krajnjem rezultatu, tako da sistem odbije pravog korisnik ukoliko se korisniku izmeni glas zbog prehlade. Do greške u krajnjem rezultatu može doći i kada se za identifikaciju koristi biometrija crta lica gde do greške može dovesti šminka, naočare ili svetlosne varijacije obzirom da se ova biometrija zasniva na crtama lica. Što se tiče biometrije otiska prsta koja se zasniva na karakteristikama otiska prsta, istraživanja su pokazala da oko 5% ljudi ima nečitak otisak prsta, bilo zbog ožiljka, starosti ili nečitkih karakteristika, što dovodi do neuspešnog upisa u sistem, (engl. *Failure To Enroll*) [2].

Iz navedenih razloga deo populacije neće moći da se upiše recimo u bazu identifikacionih dokumenta. Šteta do koje može doći zbog ovakvih grešaka razlikuje se od polja primene, s tim da do nenadoknadive štete može doći na polju bezbednosti. Prevazilaženje pomenutih problema predstavlja veliki izazov za biometrijske sisteme. Istraživanja su pokazala da se bolji rezultati mogu postići kombinacijom više nezavisnih biometrijskih karakteristika, odnosno multibiometrijskim sistemima. Važno je pronaći efikasne kombinacije za fuziju određenih biometrijskih karakteristika. Među prvim multibiometrijskim sistemima su sistemi u kojima su kombinovali biometrijske karakteristike glasa i crta lica (fotografiju/video snimak) [3]. Što se tiče finansijskih aspekata, koja je veoma važan faktor u praktičnoj primeni, posebno u vremenu ekonomske krize, može se uočiti da multibiometrijski sistemi samim tim što zahtevaju snažnije računarske sisteme imaju i nešto veće troškove. Osnovni cilj multibiometrijskih sistema je da se poveća procenat tačnosti zaključivanja prilikom utvrđivanja identiteta. Kao što se vidi sa slike 1, multibiometrijski sistemi su sistemi koji kombinuju više biometrijskih karakteristika jednog moda, dobijenih korišćenjem više senzora, algoritama, uzoraka ili kombinaciju više biometrijskih karakteristika, ali i korišćenjem više različitih biometrijskih modova. Nezavisnost osobina obezbeđuje značajan napredak u performansama [4]. U zavisnosti od vrste izvora informacija multibiometrijski sistemi se mogu podeliti i na: multisenzorske,

multialgoritamske, sa više uzoraka, sa više slučajevne odabrane karakteristike, multimodalne i hibridne sisteme [5].

4. UNIMODALNI BIOMETRIJSKI SISTEMI

Unimodalni biometrijski sistemi za identifikaciju su sistemi koji za identifikaciju koriste jednu biometrijsku karakteristiku sa više uzoraka u prostoru i vremenu. Kombinuju više modova jedne biometrijske karakteristike dobijenih korišćenjem više senzora, algoritama, uzoraka, jedinica ili osobina [6]. Pored toga što se postiže veći stepen preciznosti prilikom identifikacije, fleksibilniji su za korisnike samim tim jer koriste više biometrijskih karakteristika jednog moda. U slučaju kada neki korisnik nije u mogućnosti da koristi neku biometrijsku karakteristiku, ona se može zameniti drugom. Pored svega ovoga, smanjuje se i procenat zloupotrebe jer se sistem ojačava, a napad postaje komplikovaniji [7]. Danas dominiraju unimodalni biometrijski sistemi, odnosno sistemi identifikacije koji koriste samo jedan vid ili mod biometrijske karakteristike, kako bi utvrdili identitet osobe. Ovakvi sistemi se permanentno implementiraju, kako kroz civilne, tako i kroz državne institucije i organizacije. Iako su povoljniji i jednostavniji ovakvi imaju određene slabosti i podložni su greškama, kao na primer zbog lošeg osvetljenja kod biometrije crta lica ili nečistog optičkog skenera kod biometrije otiska prsta.

Multisenzorski sistemi, odnosno višestruki senzori su takvi sistemi koji koriste više senzora prilikom uzimanja biometrijske karakteristike određenog korisnika. Na primer, kod biometrije prepoznavanja crta lica mogu da se koriste dve ili više 2D kamere ili kod otiska prsta kapacitivni i optički senzor [7]. Mogu se uzimati 2D i 3D slike lica istog korisnika i kombinovati ih na nivou podataka, kao i na nivou rezultata upoređivanja. Verifikacioni sistem baziran na šaci kombinuje geometrijske karakteristike šake sa otiskom dlana na nivou karakteristika i na nivou rezultata upoređivanja. Spajanje na nivou rezultata podudaranja može dati bolje rezultate nego spajanje na nivou karakteristika [8].

Multialgoritamski sistemi su sistemi koji koriste samo jedan senzor za uzimanje biometrijskih podataka, ali koristi više klasifikatora. Sistem koristi višestruke šeme algoritama, čime sistem postaje otporniji na varijacije posebno kada je u pitanju biometrijski sistem crta lica [9]. Postoje klasifikatori koji analiziraju isti set karakteristika, a postoje i oni koji generišu svoje grupe karakteristika. Za poboljšanje performansi podudaranja mogu se kombinovati rezultati poklapanja upoređivača koji se bazira na detaljima otiska prsta sa upoređivačem koji se bazira na teksturi. Lu i saradnici izdvajaju tri različita vrste seta karakteristika slike lica osobe (pomoću PCA, LDA i ICA) i integrišu izlaz odgovarajućeg klasifikatora na nivou rezultata upoređivanja [10].

Sistem sa više uzoraka koristi višestruke uzorke iste biometrijske karakteristike jedne osobe uzete sa različitih izvora biometrijskih podataka. Od istog korisnika se uzima više uzoraka iste biometrijske karakteristike kako bi se uzeo što bolji uzorak koji se poredi sa uzorkom u bazi podataka. Na primer, od istog korisnika se uzima uzorak levog i desnog kažiprsta ili recimo levi i desni iris. Ovi sistemi su u upotrebi u SAD na graničnim prelazima. Na primer, to je levi i desni kažiprst ili levi i desni iris pojedinca [3]. Recimo US VISIT, na graničnom prelazu za ulazak u zemlju pored provere putnih dokumenata vrši proveru lica koje namerava da uđe u zemlju korišćenjem otisaka prstiju leve i desne ruke. IAFIS koristi kombinaciju svih deset prstiju radi provere u bazi podataka.

Sistemi sa više slučajeva biometrijske karakteristike su dizajnirani tako da jednim senzorom uzimaju više biometrijskih karakteristika istog lica u cilju precizne identifikacije. Uzima se više uzoraka iste biometrijske karakteristike sa istog izvora u različitim vremenskim intervalima ili pri različitim uslovima akvizicije podataka. Tako se kod sistema za prepoznavanja lica može uzeti frontalna slika, kao i slika levog i desnog profila, čime se prevazilazi problem varijacije poza. Slično je i kod sistema koji koristi otisak prsta kao uzorak. Ovaj sistem treba da bude tako dizajniran da automatski odabira „optimalan“ podskup koji će na najbolji način predstaviti varijacije kod pojedinaca.

Cilj identifikacije je da se pravom korisniku odobri pristup, a da se odbije pristup neovlašćenom korisniku. Međutim, rezultati identifikacije nisu uvek precizni, tako da se dešava da se pravom korisniku ne odobri pristup sistemu, a da se dozvoli pristup neovlašćenom korisniku. Kada se za identifikaciju koristi jedna biometrijska karakteristika češće dolazi do greške u odnosu na to kada se za identifikaciju koristi fuzija nezavisnih biometrijskih karakteristika. Jedan od razloga koji može dovesti do pogreške prilikom identifikacije su pogrešno očitani podaci. Razlozi koji dovode do ovakvih pogrešaka su *pogrešna interakcija korisnika sa senzorom* kao i *promena biometrijske karakteristike*. Na primer, kada je u pitanju identifikacija putem biometrije crta lica do greške u identifikaciji može doći ukoliko korisnik nosi naočare, ukoliko je našminkan ili ukoliko se ne uzme dobar uzorak za poređenje zbog svetlosnih varijacija u okruženju. U ograničenja unimodalnih sistema spada i verovatnoća da *neki korisnici neće moći da daju biometrijske podatke*. U praksi to znači da biometrijski sistemi ne mogu da izdvoje biometrijsku karakteristiku koja im je

potrebna za identifikaciju. Recimo kod biometrije otiska prsta problem nastaje kod korisnika koji imaju loše otisnute grebene na prstu [9]. Istraživanja su pokazala da oko 4% ljudi ima nečitak otisak prsta, bilo zbog ožiljka, starosti ili nečitkih karakteristika, što dovodi do neuspešnog upisa u sistem.

Iako se polazi od permise da je svaka biometrijska karakteristika *jedinstvena* za svakog čoveka, to nije uvek slučaj, posebno kada je u pitanju biometrija crta lica. Unimodalni sistemi su podložniji zloupotrebi. To se naročito odnosi na sisteme koji za identifikaciju koriste osobine ponašanja, kao što je glas, jer lako može doći do imitacije glasa. Kada je u pitanju otisak prsta, otisak se može skinuti sa neke staklene površine i zloupotrebiti. Pomenuta ograničenja unimodalnih sistema se mogu prevazići primenom multimodalnih biometrijskih sistema, odnosno istovremenom kombinovanju više biometrijskih modova. Pored toga što se postiže veći stepen preciznosti prilikom identifikacije, pogodniji su jer koriste više biometrijskih karakteristika jednog korisnika.

5. MULTIMODALNI BIOMETRIJSKI SISTEMI ZA UTVRĐIVANJE IDENTITETA

Prilikom identifikacije u bazi sa velikom populacijom neke biometrijske karakteristike nisu dovoljno jedinstvene za sve osobe. U tom slučaju mogu se napraviti pojedinačni propusti, koji mogu da izazovu nesagledivu štetu. Takođe, veoma je važno razmotriti i sigurnost sistema, odnosno kako sistem reaguje na napade ili lažno zahvatanje karakteristika. Na primer, glas se može snimiti, a otisak prsta sintetički napraviti. Rešenja se poslednjih nekoliko godina traže u kombinovanju više biometrijskih modova, odnosno u multimodalnoj biometriji. Ukoliko se koristi više karakteristika za identifikaciju, sistem postaje komplikovaniji i sistem se ojačava. Svaka metoda svojim algoritmom izračunava stepen poklapanja [11]. Dobijeni rezultati se usklađuju i donosi se konačna odluka. Identifikacija postaje sofisticirana, jer se kombinuju različite tehnike biometrijske identifikacije, ali se dobija veća tačnost ili se smanjuju naponi korisnika u procesu identifikacije. Kombinacijom više karakteristika može se pokriti veći procenat populacije, jer se sistem ne oslanja samo na metod identifikacije već ima multimodalni karakter. Ne postoji jednostavan način odabiranja biometrijskih metoda koje će se koristiti u multimodalnom sistemu, međutim u većini slučajeva najbolje rezultate daju kombinacije biometrijskih metoda velike i srednje tačnosti. Među najčešće korišćene metode ubrajaju se otisak prsta, prepoznavanje lica i šarenica oka ili iris.

Multimodalna biometrija se koristi i kao podrška standardnim postupcima za proveru identiteta ili ukoliko iz izvornih dokumenata i zapisa nije moguće dobiti dovoljan broj podataka, kojima bi se opisala neka osoba. Preporučljiva je kombinacija standardnih zaštitnih mehanizama i biometrijskih podataka, jer uvek postoji mogućnost zloupotrebe. Jedan od primera je lažni otisak prstiju. Ukoliko se koristi samo jedna tehnika kao što je prepoznavanje otisaka prstiju, tada je moguća situacija u kojoj treća osoba poseduje lažni otisak prstiju s kojim obavlja autentifikaciju u ime neke osobe. Ali, ukoliko se koristi verifikacija lica, ili još bolje raspoznavanje šarenice ili provera vena, tada se s većom mogućnošću može utvrditi da li se radi o toj osobi ili se može konstatovati slučaj pokušaja krađe identiteta.

Hibridni sistem predstavlja kombinaciju više napred pomenutih načina. Brunelli i ostali su analizirali kombinaciju algoritama prepoznavanja lica i algoritama prepoznavanja govora. Postoje dve vrste ovih sistema, jedni sistemi koji koriste kombinaciju multialgoritama i multiuzoraka, dok drugi koriste kombinaciju biometrijskih identifikatora, kao što je otisak prsta sa drugim osobinama, na primer, sa polom, visinom, bojom očiju [7].

6. ZAKLJUČAK

Iako se biometrijska identifikacija svakodnevno usavršava i sve više implementira u različite sisteme, postoji dosta razlika u primeni biometrijskih sistema, kako sa stanovišta korisnika, tako i sa stanovišta sistema u koji se ugrađuju. Sa korisničkog stanovišta važno je da takav sistem što manje ometa korisnika u izvršavanju njegovih radnih aktivnosti tokom postupka utvrđivanja identiteta. Takođe, za korisnika je veoma važno koliko dobro radi takav sistem identifikacije i koliki su troškovi nabavke i održavanja. Prilikom svakog korišćenja, odnosno implementacije ovakvih sistema veoma je važno doneti adekvatne odluke u odnosu na faktore ograničenja, kako bi se dobio funkcionalan i optimalan sistem za utvrđivanje identiteta.

Generalno gledano, multibiometrijski sistemi su mnogo napredniji i precizniji sistemi, jer imaju značajne prednosti nad unibiometrijskim sistemima. U slučaju da je neka biometrijska karakteristika slična za više ljudi, prisutnost druge metode sprečava pojavu pogrešnog prihvatanja. Prevara sistema se drastično otežava postojanjem većeg broja metoda koji se koriste prilikom identifikacije. Međutim, nepostojanje jedinstvenog standarda otežava jednostavno povezivanje biometrijskih metoda, što dodatno povećava cenu zbog potrebe za istraživanjem i podešavanjem sistema. Osnovni nedostatak multibiometrijskih sistema je njihova viša cena. Međutim, većina eksperta iz ove oblasti pokušava da nađe rešenje u kombinovanju više biometrijskih

karakteristika za utvrđivanje identiteta, čija upotreba ne zahteva velike finasijske troškove. Poznato je da multibiometrijski sistem zasnovan na otku prsta, fotografiji lica i glasu iziskuje manje troškove nego unibiometrijski sistem zasnovan na skeniranju oka, čime se i sa finasijskog aspekta daje prednost multibiometrijskim sistemima u odnosu na unibiometrijske sisteme. Dalji razvoj i primena multibiometrijskih sistema upravo će se fokusirati na balansu performansi i cene takvih sistema.

Zahvalnost

Ovaj rad je deo projekta Primena multimodalne biometrije u menadžmentu identiteta, finansiranog od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, pod zavodnim brojem TR-32013.

LITERATURA

- [1] D. Dessimoz, J. Richiardi, Ch. Champod, A. Drygajlo, *Multimodal biometrics for identity documents*, Forensic Science International 167 (2007), pp. 154–159.
- [2] D. Dessimoz, J. Richiardi, *Multimodal Biometric for Identity Documents*, Research Report 2005.
- [3] D. Dessimoz, J. Richiardi, C. Champod, A. Drygajlo, *Multimodal Biometrics for Identity Documents (MBioID)*, Institut de Police Scientifique, June 2006, available on <http://www.europeanbiometrics.info>.
- [4] Christopher Middendorff, Kevin W. Bowyer, *Multibiometrics Using Face and Ear*, Handbook (2008), pp. 315-335.
- [5] A. Ross, K. Nandakumar, and A. K. Jain. *Handbook of Multibiometrics*, Springer, New York, USA, 1st edition, 2006.
- [6] A. K. Jain, Patrick D. Dessimoz, J. Richiardi, Ch. Champod, A. Drygajlo, *Multimodal biometrics for identity documents*, Forensic Science International 167 (2007), pp. 43–47.
- [7] A. Ross, *An introduction to multibiometrics*, West Virginia University, Morgantown, WV 26506 USA, 2007.
- [8] Kumar, A. D. C. M. Wong, H. C. Shen, /A. K. Jan. *Personal verification using palmprint and hand geometry biometric*, Guildford, UK: Proc. Of 4th Int I Cinf. On Audio and Video-based Biometric Person Authentication (AVBPA), Jun 2003.
- [9] A. Ross, K. Nandakumar, A. K. Jain, “*Introduction to Multibiometrics*”, Handbook of Biometric (eds. A.K. Jain, P. Flynn, A. A. Ross), Springer, 2008., pp. 273.
- [10] A. Ross, A., A K. Jain, / J. Reisman. *A hybrid fingerprint matcher*. T. 36. Pattern Recognition, Jul 2003.
- [11] I. Milenković, D. Starčević, S. Paunović, *Fuzija informacija u multimodalnoj biometriji*, Zbornik konferencije INFOTECH 2011, Vrnjačka Banja, (2011).



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Elektronsko poslovanje



SAVREMENI OBLICI ELEKTRONSKOG BANKARSTVA PRIMENOM TABLET UREĐAJA I SMART TELEFONA

CONTEMPORARY FORMS OF ELECTRONIC BANKING APPLICATION TABLETS AND SMARTPHONES

MILOŠ DRAGOSAVAC, DEJAN SREDOJEVIĆ

Visoka poslovna škola strukovnih studija Novi Sad, dragosavac.vps@gmail.com, dsredojevic.vps@gmail.com

Rezime: U poslednje vreme sve veća pažnja se poklanja elektronskom bankarstvu putem tablet uređaja i mobilnih telefona. Poseban akcenat se stavlja na primenu Android operativnih sistema. Istraživanja pokazuju da mobilno bankarstvo koristi 590 miliona ljudi širom sveta. Međutim, smatra se da će taj broj premašiti milijardu do 2017. godine. Sve izraženija deregulacija u bankarskom sektoru, kao i sve veći značaj informacionih i komunikacionih tehnologija dovela je do uvođenja novih kanala distribucije bankarskih usluga, odnosno elektronskog bankarstva. Tradicionalni sistemi plaćanja su prilagođeni uslovima funkcionisanja savremenog društva. Globalizacija, sve izraženija konkurencija i povećana potreba ljudi za pouzdanim metodama plaćanja, dovela je do povećane tražnje za pouzdanim sistemima na internetu. Nastankom e – banking-a, bankama se pruža mogućnost da uspostave leadersku poziciju, pridobijanjem poverenja novih klijenata.

Ključne reči: Tablet uređaj, smart telefoni, android sistem, elektronsko bankarstvo, aplikacija

Abstract: Recently, more attention is paid to electronic banking via tablet devices and mobile phones. Special emphasis is placed on the use of Android operating system. Research shows that mobile banking uses 590 million people worldwide. However, it is believed that this number will exceed one billion by 2017. More pronounced deregulation in the banking sector, and the growing importance of information and communication technology has led to the introduction of new distribution channels of banking services and electronic banking. Traditional payment systems are adapted to the conditions of functioning of modern society. Globalization, competition is more pronounced and increased people's needs for reliable payment methods, has led to increased demand for reliable systems on the Internet. With the emergence of e – banking, banks have the opportunity to establish a leadership position, gaining the trust of new customers.

Keywords: Tablets, smart phones, android system, electronic banking, applications

1. UVOD

Pojavom novog medija u vidu Interneta, tradicionalni sistemi plaćanja su adaptirani i prilagođeni uslovima funkcionisanja savremenog društva. Konkurencija na bankarskom tržištu kako u svetu, tako i u Srbiji neprestano raste. Banke se svim silama bore da privuku što je veći broj klijenata i na taj način zauzmu što veći deo tržišta. Jedan od glavnih proizvoda, koji banke nude je elektronsko bankarstvo. Kako bi se što više približile klijentima, banke razvijaju različite oblike elektronskog bankarstva, pre svega to je elektronsko bankarstvo primenom tablet uređaja i smart mobilnih telefona.

Rad, pored uvoda, zaključka i literature, ima tri celine. Prvi deo, se odnosi na osnovne odredbe e – bankinga, gde će biti prikazano trenutno stanje i prednosti, koje sa sobom nosi takav vid poslovanja. U drugom delu, biće ukazani problemi sa kojima se susreću kako banke tako i klijenti, prilikom upotrebe elektronskog bankarstva. Poslednji deo je posvećen tablet bankarstvu i bankarstvu putem smart mobilnih telefona, koji imaju android operativni sistem. Biće prikazana primena android sistema u elektronskom bankarstvu na konkretnom primeru.

2. OPŠTE ODREDBE ELEKTRONSKOG BANKARSTVA

Pristalice ovakvog vida bankarstva ističu niz prednosti u odnosu na klasičan vid bankarskog poslovanja. Pre svega, tu se pojavljuju niži troškovi poslovanja, koji mogu da budu i do deset puta niži nego kod klasičnog vida realizacije naloga za plaćanje. Jedna od glavnih prednosti je ušteda u vremenu, pogotovo kad je reč o poslovanju multinacionalnih kompanija, gde je vreme novac. Banke putem ovakvog bankarstva imaju velike

mogućnosti, i može se pretpostaviti da će se ovaj vid bankarstva sve više razvijati u budućnosti. Glavni problem je taj, što je korisnicima bitna privatnost i sigurnost. Mnogi ljudi imaju negativne predrasude kada je u pitanju poslovanje elektronskim putem (Komazec S., Kovač J., Ristić Ž., 1994). Neke banke su taj problem uspele da prevaziđu, dok se jedan dobar deo banaka i dalje bori sa tim problemom. Ljudi su u strahu da njihove transakcije i njihovi podaci ne budu otkriveni. Banke na Zapadu se započele razvoj sistema za elektronsko poslovanje iz dva razloga: prvi je veći komfor korisnika, kojima je tako omogućeno da obave sve transakcije bez odlaska do banke, a drugi je smanjenje troškova poslovanja, jer je izračunato da je cena pojedinačne transakcije i do 20 puta niža, ako se izvrši putem interneta nego na šalteru banke (Kovačević D. 2005).

Postoji veliki broj zadataka koje banka treba da ispuni u cilju postizanja uspešnog poslovanja, kao na primer, lakoća korišćenja aplikacija, sigurnost ličnih podataka, integracija sa postojećim sistemima, prihvatanje standarda postojećih sistema itd. Glavne prednosti elektronskog bankarstva su sledeće:

- Uštede vremena – transakcije i informacije prenose se u sekundama
- Komfor – bez potrebe dolaska u ekspozituru
- Dostupnost – nema ograničenja u smislu radnog vremena, jer je usluga stalno dostupna (24h)
- Jednostavnost – korišćenje je veoma praktično i lako
- Veće i bolje interaktivne mogućnosti (Vuksanović E. 2006)

Bez obzira na sve, korišćenje usluge elektronskog bankarstva je u Srbiji i dalje na veoma niskom nivou u odnosu na razvijene zemlje. Stanovnici Srbije još uvek su konzervativni po ovom pitanju i nisu spremni da „rizikuju“ kada su u pitanju njihove finansije. Skoro svaki drugi građanin nema poverenja u Internet i tehnologiju, tako da ne bi trebalo da iznenadi podatak da svega 5% građana koristi ovu uslugu. Najčešći način na koji ljudi u Srbiji uspostavljaju kontakt s bankama jeste lični dolazak u ekspozituru – ovaj podatak je praktično ostao nepromenjen u odnosu na prošlu godinu. Iskustva naprednijih zemalja pokazuju da banka bez razvijenog sistema elektronskog bankarstva više neće biti u stanju da preživi (Bjelica V. 2000.).

Čak 95% ljudi se odlučuje da poseti poslovnice banaka radi korišćenja finansijskih usluga, što možemo objasniti time da se mnogo više poverenja poklanja ličnom kontaktu sa službenicima banke nego bezličnom kontaktu sa „kompjuterom, Internetom i tehnologijom“. Ovome u prilog svedoče i podaci da se troje od petoro ljudi ne oseća sigurno kada obavlja finansijske transakcije on-line, i da se skoro 70% stanovnika Srbije izjasnilo da ne bi koristilo uslugu Internet bankarstva. Pored opšteg nepoverenja u Internet i tehnologiju kao barijera za korišćenje Internet bankarstva javlja se i bojazan za bezbednost ličnih podataka u virtuelnom prostoru. Dvoje od petoro ljudi strahuje za sigurnost ličnih podataka on-line, dok je u svetu ovaj procenat gotovo trostruko manji. (Banke online).

Iako je e-bankarstvo u Srbiji prisutno već dovoljan niz godina, bankari su uglavnom sagasni u tome da ipak nije dovoljno popularizovano. Razloge za ovakvu situaciju bi trebalo tražiti u ukupnom nepoverenju građanstva u poslovanje na Internetu, te nedovoljnoj obaveštenosti o sigurnosti i zaštiti u ovom vidu poslovanja. E-banking je u Srbiji prisutan od 2003. godine sa prelaskom platnog prometa u banke. Posle početne bojazni i nepoverenja ka servisima, situacija je sada takva da više od polovine platnog prometa pravnih lica ide elektronskim putem, dok je procenat korišćenja elektronskih plaćanja u nekoliko niži. Paralelno, polako se uvode i ostali alternativni kanali koji drastično menjaju način života ljudi: kupovina preko Interneta i plaćanja putem mobilnih telefona će ubrzo postati svakodnevica velikog broja stanovnika Srbije.

3. PROBLEMI SPROVOĐENJA E – BANKINGA

Elektronsko poslovanje u Srbiji nije još uvek dovoljno razvijeno. Neki koraci u tom pravcu već su napravljeni, poput donošenja Zakona o elektronskom potpisu, unošenja elektronskog poslovanja u Nacionalnu strategiju razvoja informacionog društva, kao i pokretanje projekta elektronske uprave i elektronskog zdravstva. Na taj način su postavljene osnove, tako da možemo očekivati brži razvoj elektronskog poslovanja u periodu pred nama (Bjelica V., 2000). Pojedini propisi još uvek ne dozvoljavaju potpun prelazak na ovaj kanal s obzirom da određene transakcije zahtevaju slanje dokumenata u skeniranoj formi ili čak fizičku dostavu istih. Što se tiče fizičkih lica, još uvek ne postoji svest o olakšicama koje ovaj vid upravljanja sredstvima omogućava, pa je i stepen korišćenja znatno manji. Kao jedna od mera koja bi značajnije uticala na bržu penetraciju e-banking servisa kod fizičkih lica svakako je edukacija koju država mora da sprovede u saradnji sa bankama.

Prošle godine je samo 280.000 stanovnika Srbije putem Interneta kupilo neki proizvod ili platilo račun, a čak 87% nikada tako nije kupovalo ili plaćalo. Prosek potrošnje u EU po glavi stanovnika u Internet trgovini je 860€, a u Srbiji 60€. U Evropi se oko 40% trgovine obavi elektronskim putem, dok taj procenat u SAD iznosi čak 70%. U Danskoj se gotovo celokupna prodaja obavlja elektronskim putem. Trgovina u protekloj

godini je dostigla 120 miliona eura što je malo u smislu prethodno očekivanih tendencija. E-banking je deo redovne ponude svih banaka u Srbiji, a obim usluga koje nude pojedinačne banke je srazmeran generalnom obimu usluga konkretnih banaka klijentima. Banke uglavnom klijentima nude sve što zakon dozvoljava. E-trgovina je, s druge strane, u Srbiji zastupljena relativno skromno (Vuksanović E. 2007). Činjenica da su devedesetih godina za vreme sankcija Međunarodne zajednice zloupotrebe kartica putem interneta inicirane iz Srbije u obimu iznad uobičajenog je s jedne strane donela Srbiji dosta loš imidž zbog kojeg su nas vodeći svetski posrednici u e-trgovini (PayPal, e-Bay) „izbegavali“ duže vreme (ili nas izbegavaju još uvek), a s druge strane je imala za posledicu dosta izraženu paranoju srpskih banaka od masovnih zloupotreba platnih kartica na Internetu. Taj strah od zloupotreba je rezultirao time da se samo jedna banka u Srbiji bavi Internet acquiring-om i to sa još uvek konzervativnim uslovima pristupa ovoj usluzi za trgovce.

Sve veći broj bankarskih rešenja poput namenskih kartica za kupovinu putem Interneta, različitih servisa za zaštitu kartica prilikom on-line plaćanja i servisa za plaćanje posredstvom mobilnog telefona svedoči o rastućem zalaganju banaka za razvoj ove oblasti, kako kroz povećanje broja trgovaca, tako i kroz rast broja i obim transakcija. Ministarstvo trgovine je nedavno pokrenulo inicijativu za evidentiranjem domaćih kompanija koje omogućavaju svojim klijentima kompletan proces naručivanja i plaćanja na samom web sajtu kompanije, a procenjuje se da ih nema više od nekoliko stotina (Societe Generale).

Tabela 1: Struktura korisnika elektronskog bankarstva u 2012. godini

Kategorija	Klasifikacija po kategorijama	Procenat
Godine	<20	0,41
	20 – 30	66,25
	30 – 40	31,25
	40 – 50	1,66
	50<	0,83
Bračni status	Sami	60
	U braku	40
Pol	muški	83
	ženski	17
Visina prihoda	< 20 000 din. mesečno	5
	20 000 – 40 000	24,16
	40 000 – 60 000	27,91
	60 000 – 80 000	21,66
	80 000 – 100 000	4,16
	100 000 <	17,91
Obrazovanje	Srednja škola	6
	Viša škola	9
	Fakultet	48
	Magistar/doktor	37

Na osnovu podataka iz tabele dolazimo do zaključka da su u Srbiji, iako retki, najčešće profilisani korisnici elektronskog bankarstva muškarci između 20 i 30 godina, koji, žive sami, imaju fakultetsko obrazovanje i koji zarađuju između 40.000 i 60.000 dinara mesečno. Ovi rezultati ne čude ako se uzme u obzir da je ovo relativno nova mogućnost za koju je neophodno i predznanje u korišćenju računara, pa je zbog toga ovo najfrekventnija grupa korisnika.

Osnovni problemi sporog usvajanja elektronskog bankarstva u Srbiji su:

- Iako su mnogi klijenti svesni korisnosti, lakoće pristupa i mnogih drugih prednosti Internet bankarstva, oni i dalje ne preduzimaju korake kako bi sa tradicionalnog bankarstva prešli na Internet bankarstvo, ako ne u potpunosti onda bar i delimično.
- Pojedinci prosto ne vole naprednu tehnologiju uopšte, dok se drugi plaše da će putem Internet bankarstva kroz interakciju putem računara načiniti nepopravljive greške u transakcijama.
- Nedostatak korisnika elektronskog bankarstva u Srbiji omogućava samo malom broju većih banaka da koliko toliko razviju elektronsko bankarstvo i održe ga isplativim.
- Mnogi se plaše za bezbednost svojih podataka i privatnost poslovanja iako je menadžment svake banke na ovo posebno obratio pažnju (Vuksanović E. 2006).
- Nedostatak zakona i uredbi vlade u oblasti elektronskog bankarstva takođe doprinosi nesigurnosti kod potencijalnih korisnika.
- Osnovni problem za one koji su se ipak odlučili za ove usluge predstavlja i loša ili spora internet konekcija sa bankom zbog loše mreže, pa se veliki broj vraća tradicionalnim odnosima sa bankom.

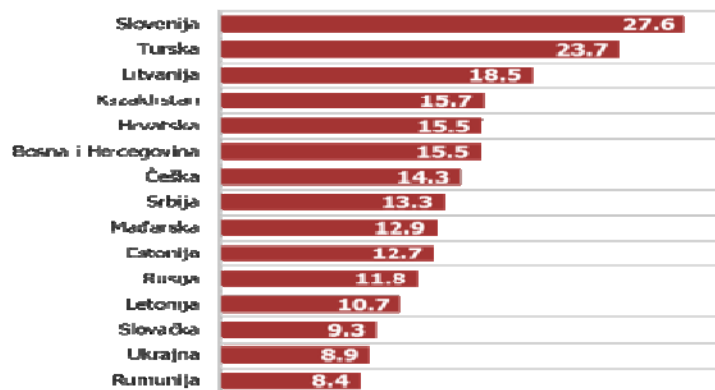
- U Srbiji je i veliki broj kompjuterski nepismenih ljudi pa ovakav način poslovanja za većinu predstavlja nešto o čemu ni ne razmišljaju. Prema nekim izveštajima iz 2008. godine, oko 67% domaćinstava u Srbiji poseduje računar, a tek 19% stanovništva je kompjuterski pismena.
- Politička i ekonomska situacija u zemlji dodatno je otežavala razvoj elektronskog bankarstva tokom proteklih godina.
- Internet se u Srbiji plaća i to je za siromašne stanovnike Srbije luksuz koji sebi ne mogu da priušte, što dodatno otežava razvoj ove oblasti.

Pored svih velikih problema, napred navedenih, sa kojima se Internet bankarstvo suočava u Srbiji, manji broj velikih banaka u Srbiji razvio je ove poslove na zaista visokom nivou, a po kvalitetu usluga koji održavaju ne zaostaju za bankama u svetu.

4. TABLET BANKARSTVO I BANKARSTVO PUTEM SMART MOBILNIH TELEFONA U SRBIJI

S obzirom na analizu prednosti i nedostataka elektronskog bankarstva, postavlja se pitanje, koje mere treba preduzeti kako bi se pospešio ovakav vid elektronskog bankarstva. Takođe, potrebno je analizirati i trendove koji su već u velikoj meri zastupljeni u inostranstvu, a kod nas još uvek nisu primenjeni dovoljno.

Jedan segment se definitivno odnosi na mobilne telefone. Danas gotovo svaki mobilni telefon ima pristup Internetu, tako da je moguće sprovoditi različite transakcije. Danas u svetu, pa i kod nas sve više su u upotrebi smart (pametni) telefoni i tablet uređaji. Na Slici 1. je prikazano istraživanje, u kome je procentualno prikazano korišćenje smart telefona po zemljama (GFK).



Slika 1: Korišćenje smart telefona (procenat stanovništva)

Ovo istraživanje još jednom je potvrdilo sve veću ekspanziju smart telefona i tablet uređaja. Slovenija i Turska se bitno ističu po korišćenju ovih uređaja, dok je u Srbiji penetracija smart telefona prosečna u odnosu na region, a i dalje je nešto manja u odnosu na susede Hrvatsku i Bosnu i Hercegovinu.

Bitno je reći da Srbija zajedno sa Hrvatskom, spada u grupu zemalja sa najvećim procentom korišćenja Interneta na mobilnom telefonu, a poslednje vreme i tablet uređaju. Slovenija je u ovoj kategoriji u samom vrhu u odnosu na region.

Penetracija mobilne telefonije je visoka u celom regionu, uglavnom se koriste prepaid tarife. Rast korisnika „pametnih“ telefona i tablet uređaja se nastavlja. Reč je o uređajima koji mogu da imaju instaliran neki od operativnih sistema. Ti operativni sistemi su Android, Windows Mobile, Symbian. Procentualno učešće operativnih sistema na smart uređajima, prikazuje Slika 2.



Slika 2: Struktura operativnih sistema

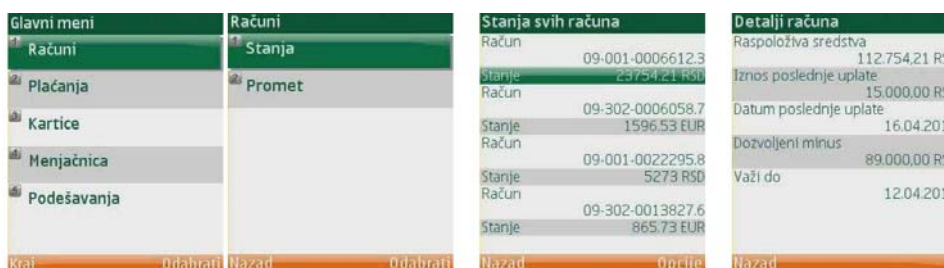
U Srbiji trenutno 89% populacije uzrasta 15 i više godina poseduje i aktivno koristi mobilni telefon u privatne svrhe, čime je broj odraslih aktivnih privatnih korisnika dostigao 5,5 miliona. Preostali nekorisnici su velikom većinom, preko 80%, stariji od 60 godina. Slovenija i Litvanija su u samom vrhu po aktivnom korišćenju mobilnih telefona sa penetracijom od približno 94%, dok je u Bosni i Hercegovini i Rumuniji penetracija mobilnih telefona najniža u odnosu na region, 83%.

Što se tiče načina plaćanja mobilne telefonije, u većem delu regiona su pretežno zastupljeni prepaid planovi. Ukrajina i Kazahstan se pomalo izdvajaju jer se kod njih gotovo isključivo koriste prepaid tariife - preko 95% korisnika mobilnih telefona. Sa druge strane, Slovenija je ekstremna po korišćenju postpaid načina plaćanja, sa 83% korisnika. Srbija, zajedno sa Hrvatskom se nalazi u zlatnoj sredini u odnosu na region.

Interesantno je istaći da se Srbija zajedno sa Hrvatskom ističe po trendu posedovanja više od jednog mobilnog telefona (16% korisnika), dok je u razvijenijim zemljama kao što je Slovenija, Češka i Rusija to daleko slabiji slučaj (6% korisnika).

Ankete su pokazale da u Srbiji ima mesta za ovakve telefone, i da banke mogu da formiraju svoje android aplikacije. Ukoliko banke naprave svoje android aplikacije, tada se pored mobilnog može razvijati i tablet bankarstvo. Tablet predstavlja mini verziju računara, koja može da ima Android ili Windows platformu. Android aplikacije klijenti mogu preuzeti preko Google play prodavnice.

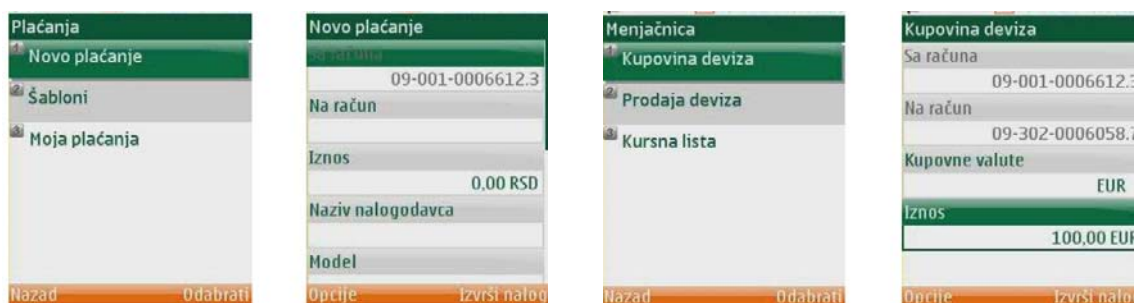
Na Slici 3 se jasno vidi da se putem android aplikacije može steći uvid u stanje računa, izvršenih transakcija, stanje na karticama, kao i uvid u kursnu listu. Moguće je uvesti niz drugih opcija, s obzirom na ciljeve banke.



Slika 3: Primer android aplikacije (stanje računa)

Moguće je izvršiti pregled prema stanju svih računa, ali moguće je sagledati detalje pojedinačnih računa. Dobijaju se podaci o raspoloživim sredstvima, iznosu poslednje uplate, datumu poslednje uplate, kao i podaci o dozvoljenom minusu. Opcija Promet omogućava uvid u promet po određenom računu u proteklih 12 meseci. Spisak je moguće prikazati po broju izvršenih transakcija (max. 50 trans.) ili za određeni 5 period (max. 30 dana). Na ekranu prikaza prometa moguće je u opcijama zatražiti uvid u detalje određenih transakcija.

Ukoliko su u pitanju plaćanja, tačnije transakcije, može se pokrenuti novo plaćanje, ali sačuvani su podaci i o prethodnim plaćanjima, ukoliko želimo da ponovimo plaćanje. Detaljniji prikaz na Slici 4.



Slika 4: Primer android aplikacije

Takođe putem android aplikacije na vašem tablet uređaju, moguće je dobiti detaljne podatke o vašim platnim karticama, pogotovo kada je u pitanju visa electron platna kartica. Dobijaju se podaci o stanju i prometu (Banca Intesa).



Slika 5: Primer android aplikacije (kartice)

Na kraju mogu se dobiti podaci o kursnoj listi za taj dan. Ono što je bitno, jeste da se može sprovesti kupoprodaja deviza, u svega nekoliko koraka (Banca Intesa).

5. ZAKLJUČAK

Banke ne mogu da budu dovoljno uspešne i konkurentne bez primene savremenih tehnologija. U Srbiji banke ne posvećuju dovoljno pažnje elektronskom poslovanju. Internet je postao dostupan građanima Srbije pre više od jedne decenije, i od tada procenat ljudi koji ga koristi raste iz godine u godinu. Iako broj korisnika raste, još uvek ima dosta prostora da se sustignu zemlje EU na ovom polju. Takođe, veoma bitan činilac je i sama država. Treba postaviti pitanje, kako država prati i primenjuje nova tehnološka dostignuća. Država treba da donese zakonske regulative vezano za datu oblast, koje će se odnositi na samu sigurnost poslovanja putem Interneta.

Glavni problem poslovanja preko “elektronskih šaltera”, je što korisnici ne dobijaju nikakv pečat za izvršene usluge. Na osnovu istraživanja, takav model poslovanja bi mogao da bude od velike koristi ne samo u bankarstvu već i u celokupnoj državnoj administraciji, zdravstvu, sudstvu itd.

Postavlja se pitanje troškova uvođenja ovakvog sistema. Troškovi jesu visoki, ali ukoliko se uporede sa troškovima papira, tonera i kurirskih službi, onda bi se u stvari videlo da su ti realni troškovi minimalni. Pri tom treba naglasiti i uštedu u vremenu, kako za institucije tako i za građane. Velikim brojem inovacija u plaćanjima, banke su skrenule pažnju javnosti na sebe i otvorile mogućnosti za buduće inovacije.

LITERATURA

- [1] Bjelica V. (2000). Bankarstvo, Savremena administracija, Beograd, str. 92
- [2] Komazec S., Kovač J., Ristić Ž. (1994). Bankarstvo i savremena ekonomija, ABC, “Glas”, Beograd, 31.
- [3] Kovačević D. (2005). Elektronski novac u Srbiji, Mikro, Beograd, 15.
- [4] Vuksanović E. (2006). Elektronsko bankarstvo, Beogradska bankarska akademija, Beograd, 218.
- [5] Vuksanović E. (2007). Retail e – payment in Serbia: Push ahead, 8th European conference e-com – line 2007, Bucharest, September 20-21.
- [6] Živković A. Stakić R. Krstić B. (2009). Bankarsko poslovanje i platni promet, Ekonomski fakultet, Beograd, 457.
- [7] http://www.bancaintesa.rs/upload/documents/elektronsk_bankarstvo/Stanovnistvo/Intesa_Mobi_korisnicko_uputstvo.pdf.
- [8] <http://banke.online.rs/42/711>.
- [9] http://www.gfk.rs/public_relations/press/articles/008936/index.rs.print.html
- [10] <http://www.societegenerale.rs/index.php?id=53>.



POSLOVNI PROCESI SOFTVERSKE PLATFORME TURISTIČKE AGENCIJE

BUSINESS PROCESSES OF TOURIS AGENCY SOFTWARE PLATFORM

DANIJELA MILENTIJEVIĆ¹, ALEMPIJE VELJOVIĆ², LIDIJA PAUNOVIĆ³

¹Tehnička škola "Nikola Tesla", Kostolac, danijela_mil@yahoo.com

²Fakultet tehničkih nauka, Čačak, alempije@beotel.net

³Fakultet organizacionih nauka, Beograd, lidijapaunovic@elab.rs

Rezime: U ovom radu je razmatran postupak reinženjeringa poslovnih procesa koji se odvijaju u okviru softverske platforme turističke agencije, sa ciljem da se unapredi organizacija i ostvari što kvalitetnije elektronsko poslovanje. Softverska platforma turističke agencije, zapravo predstavlja dinamičku interaktivnu Web aplikaciju kreiranu u ASP.NET tehnologiji korišćenjem programskog jezika Visual C# i ADO.NET baza podataka. Shodno tome, u okviru nevedene softverske platforme turističke agencije postavljeni su raznovrsni multimedijalni elektronski resursi koji su pre svega namenjeni i prilagođeni za realizovanje elektronskog poslovanja. Pored modela poslova softverske platforme turističke agencije kao glavnog proizvoda, u ovom radu data je i analiza performansi same Web aplikacije. Takođe, razmotrene su mogućnosti upotrebe i dalje nadogradnje modela softverske platforme turističke agencije.

Ključne reči: Poslovni procesi, elektronsko poslovanje, model poslova.

Abstract: This paper presents a procedure of reengineering of business processes which take place within tourist agency software platform, with the main goal to improve organization and achieve e-business of higher quality. Tourist agency software platform is a dynamical interactive Web application developed in ASP.NET by using Visual C# and ADO.NET database. Thus, this software platform contains various multimedia resources, which are intended and adapted for implementation of e-business. Besides job models of this tourist agencies software platform as the main product, this paper also presents performance analysis of the Web application. Also, various application potentials and further upgrading of tourist agency software platform are considered.

Keywords: Business processes, electronics business (e-business), business model.

1. UVOD

Predmet istraživanja ovog rada vezan je za unapređenje kvaliteta e-poslovanja, a to se može realizovati uvođenjem softverske platforme u poslovni proces turističke agencije. Model softverske platforme Web aplikacije turističke agencije izgrađen je ASP.NET tehnologijom (Duthie, 2002) korišćenjem programskog jezika Visual C# (Sharp and Jagger 2002) i ADO.NET (Riordan, 2002) baza podataka. **Cilj istraživanja** usmeren je na pronalaženje univerzalnog modela poslova, koji će među različitim sistemima, obezbediti najpouzdanije e-poslovanje. Očekuje se da model poslova softverske platforme turističke agencije, prikazan u ovom radu, odgovori na sve zahteve i potrebe njenih korisnika i pruži mogućnost statističkih analiza i izveštavanja na osnovu kojih se mogu donositi strateški značajne odluke.

Osnovne **hipoteze** od kojih se pošlo u istraživanju su:

1. Dinamičan razvoj informacionih tehnologija uslovio je masovni oblik korišćenja elektronskog poslovanja u svetu.
2. Model softverske platforme turističke agencije treba da bude univerzalan, odnosno primenljiv u poslovnom procesu bilo koje turističke ustanove na svetu.
3. Softverska platforma bi trebala da podrži uključivanje turističke agencije u evropski prostor e-poslovanja i usklađivanje sa međunarodnim standardima.

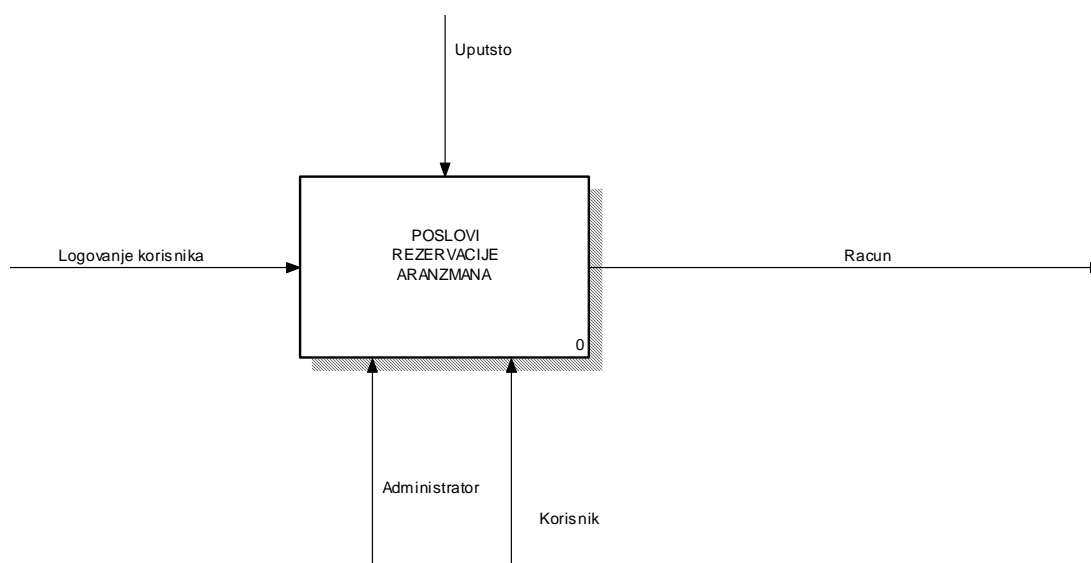
U ovom radu je primenjena **metodologija** koja je zasnovana na korišćenju standarda Integration Definition Functional Modeling (*IDEF0*) i standarda Integration Definition Information Modeling (*IDEF1X*). Ovi standardi su realizovani kroz Computer Aided Software Engineering (*CASE*) alate. Tačnije za primenu *IDEF0* standarda koristi se *CASE* alat Business Process for Windows (*BPwin*), dok se za primenu *IDEF1X*

standarda (Federal Information Processing Standards Publication 184, 1993) koristi CASE alat Entity Relationships for Windows (*ERwin*). Zapravo standard IDEF0 omogućava funkcionalno modeliranje, dok standard IDEF1X služi za informaciono modeliranje, kojim se izvodi modeliranje podataka, odnosno kreiranje modela podataka (Zahorjanski et. al. 2011). U istraživanju je iskorišćena i Unified Modeling Language (*UML*) metodologija kao standardni jezik za vizuelizaciju, specifikaciju, konstruisanje i dokumentovanje sistema u kojima je softver dominantna komponenta.

Ovaj rad se sastoji iz šest delova. Nakon uvoda, drugo poglavlje se bavi modelom poslova softverske platforme turističke agencije. Definisane su granice posmatranog sistema, stabla poslova i dijagrama dekompozicije. Za realizaciju modeliranja poslovnih procesa softverske platforme turističke agencije iskorišćen je CASE alat BPwin (odnosno, standard IDEF0). Treće poglavlje obuhvata izradu modela poslovnih slučajeva upotrebe putem dijagrama (*Use Case Diagram*) i izradu dijagrama klasa primenom UML metodologije korišćenjem alata Rational Rose. Četvrto poglavlje posvećeno je analizi performansi Web aplikacije turističke agencije. U petom poglavlju prikazani su rezultati postavljenih hipoteza, dat je kritički osvrt na ostvarenost predmeta i ukazano je na značaj dobijenih rezultata. U šestom poglavlju data su zaključna razmatranja, mogućnosti primene i pravci daljeg istraživanja.

2. MODEL POSLOVA SOFTVERSKJE PLATFORME TURISTIČKE AGENCIJE

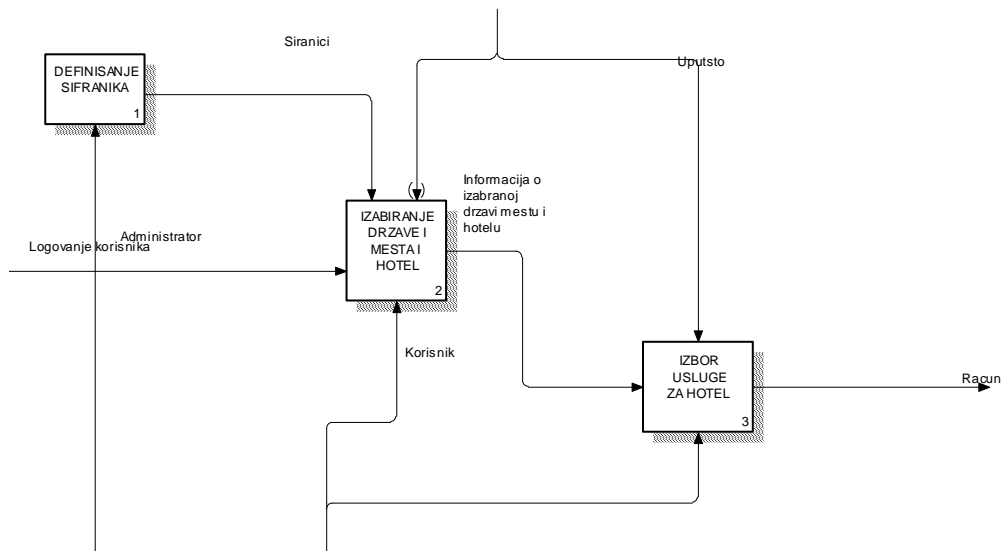
Cilj modela poslova softverske platforme turističke agencije je: definisanje dijagrama konteksta (tj. postavljanje granica posmatranog sistema), definisanje stabla poslova (tj. uspostavljanje vertikalnih veza između poslova), i definisanje dijagrama dekompozicije (tj. uspostavljanje horizontalnih veza između poslova). Dijagram konteksta na primeru poslova softverske platforme turističke agencije (slika 1) je najviši nivo apstrakcije koji se dijagramima dekompozicije prevodi u niži nivo apstrakcije. Aktivnost A0, opisuje okvire modela i određena je frazom: „Poslovi rezervacije aranžmana”.



Slika 1: Dijagram konteksta za poslove softverske platforme turističke agencije

Ulazna informacija na dijagramu konteksta je logovanje korisnika na softversku platformu turističke agencije, dok se izlazna informacija odnosi na račun rezervisanog aranžmana. Kontrole su vezane za upustvo kojim se, između ostalog sprovodi i primena zakona o poslovanju. Odgovornost je vezana za administratora i korisnika. Administrator je zadužen za dodavanje novih podataka, ažuriranje postojećih i brisanje nepotrebnih podataka, tj. administrator je odgovoran za funkcionisanje celokupnog sistema softverske platforme turističke agencije.

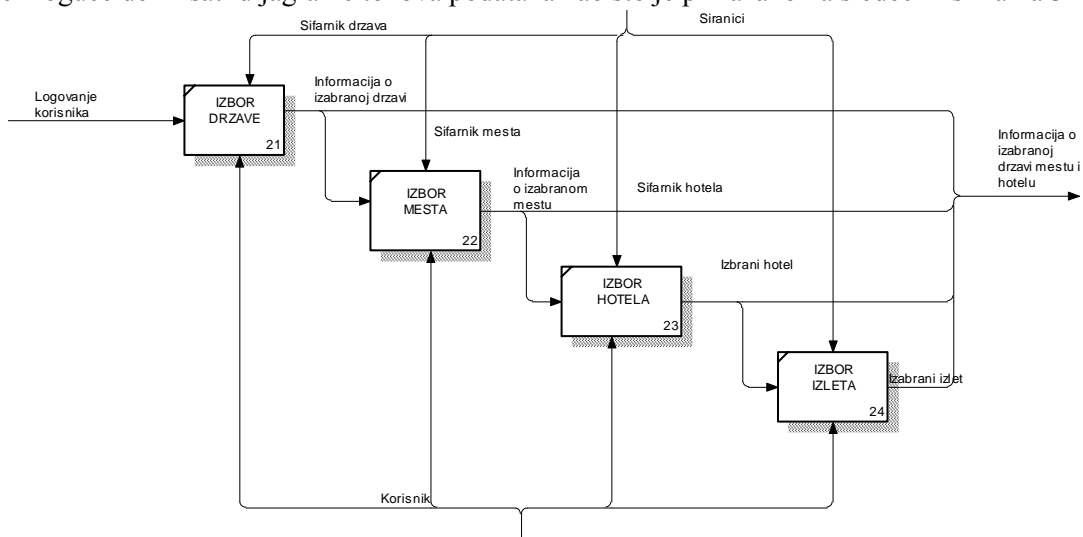
Na slici 2. prikazan je dijagram dekompozicije najvišeg nivoa za poslove softverske platforme turističke agencije, tj. definisane su horizontalne veze između poslova. Shodno tome, u nastavku, razmatraće se sledeće poslovne funkcije: poslovi definisanja šifarnika, poslovi izbora države i mesta hotela i poslovi izbora usluge hotela.



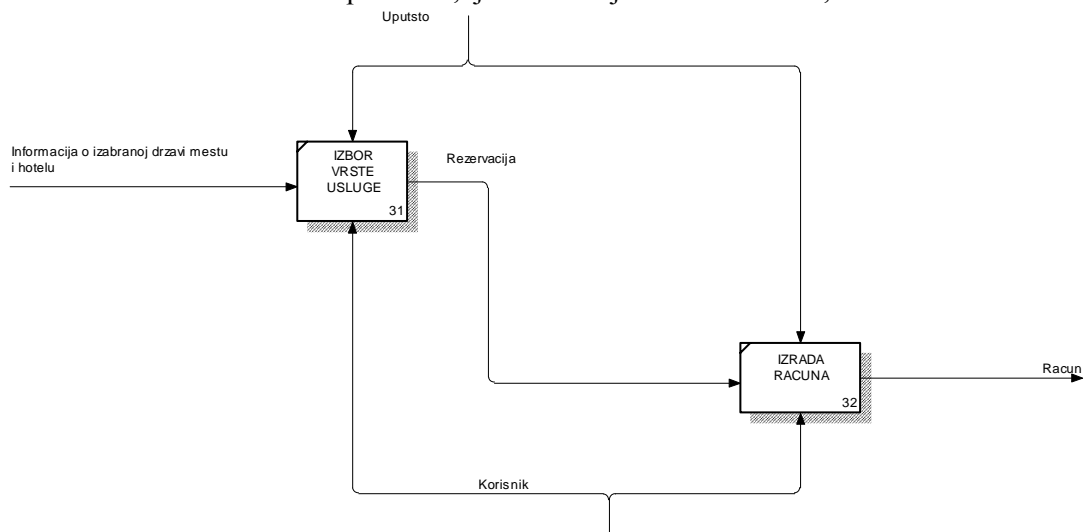
Slika 2: Dekompozicioni dijagram za poslove rezervacije aranžmana

2.1. Tok podataka za poslove softverske platforme turističke agencije

Svaki posao prikazan na predhodnoj slici (slika 2) dekomponuje se na primitivne procese (krajnje aktivnosti) za koje je moguće definisati dijagrame tokova podataka kao što je prikazano na sledećim slikama 3 i 4.



Slika 3: Tok podataka, tj. informacija o izboru države, mesta i hotela

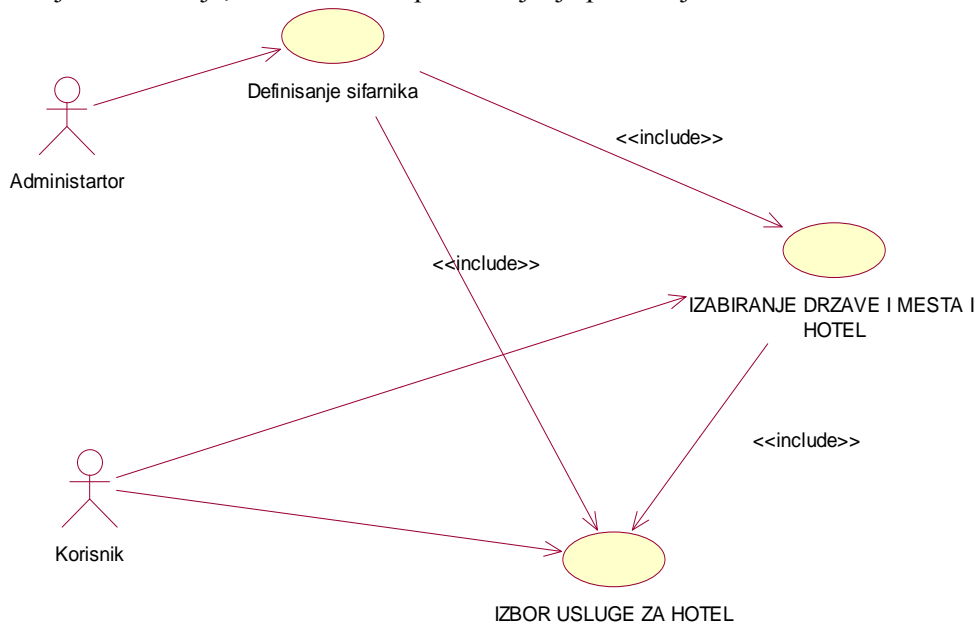


Slika 4: Tok podataka, tj. informacija o izboru usluge za hotel

Na osnovu informacija o izboru države, mesta i hotela (slika 3) predviđene su aktivnosti vezane za: izbor vrste usluga i izrada računa (slika 4). Dakle, nakon korisnikovog izbora države, mesta i hotela gde želi da boravi, vrši se izbor vrsta usluge koje hotel pruža, zatim se može realizovati online rezervacija aranžmana i konačno izrada računa.

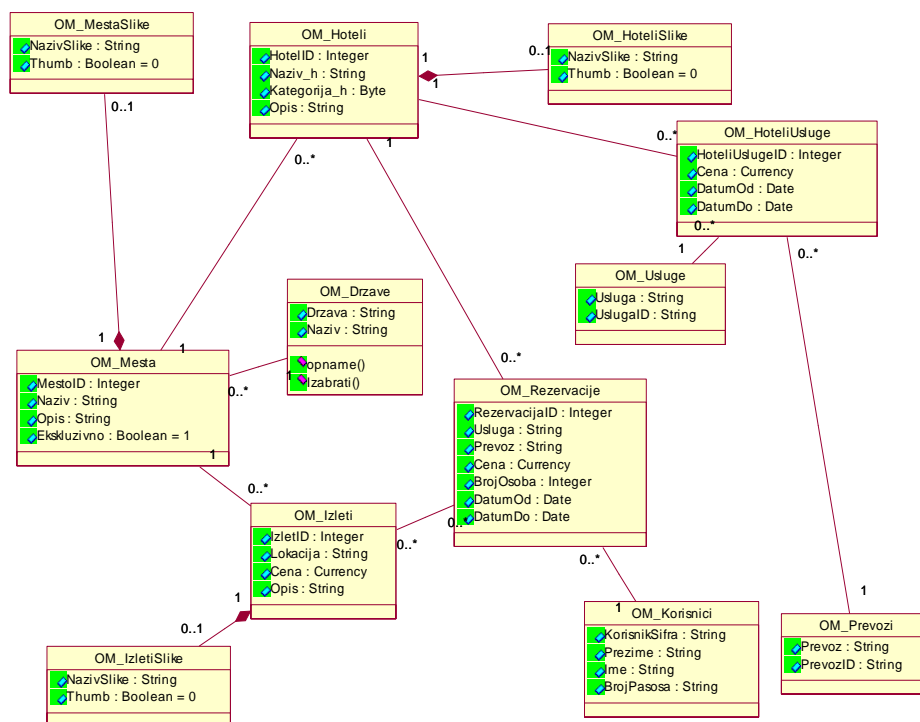
3. DIJAGRAM SLUČAJA UPOTREBE I KLASA ZA POSLOVE REZERVACIJE ARANŽMANA

Za modeliranje poslovnih procesa korišćen je *UML* standard, a cilj je bio napraviti dobar poslovni model, koji će poslužiti kao osnova za razvoj softvera, nezavisnog od programskog jezika i razvojnog okruženja. Dijagram poslovnog slučaja upotrebe rezervacije aranžmana (slika 5) prikazuje poslovne slučajeve upotrebe i učesnike, kao i njihove relacije, te se koristi za predstavljanje ponašanja sistema.



Slika 5: Dijagram poslovnog slučaja upotrebe rezervacije aranžmana

Dijagram klasa za poslove rezervacije aranžmana (slika 6) predstavlja osnovu za izradu skladišta podataka i korisničkog interfejsa (Cabot and Teniente 2009).



Slika 6: Dijagram klasa za poslove rezervacije aranžmana

4. ANALIZA PERFORMANSI WEB APLIKACIJE

Web aplikacija turističke agencije, kao softversko rešenje koje omogućava realizaciju procesa elektronskog poslovanja sadrži nekoliko bitnih karakteristika značajnih za kvalitet ove pa i svake Web aplikacije:

- optimizovan pristup podacima (odnosno, racionalno korišćenje deljenih resursa kao što su mreža i sama baza podataka);
- siguran i brz pristup bazi podataka (preko stored procedura);
- solidan odziv učitavanja Web strana pri testiranju u različitim Web čitačima (*Web Browsers*).

5. DOKAZI POSTAVLJENIH HIPOTEZA

Prva hipoteza ukazuje na potrebu da Web aplikacija turističke agencije i njeni resursi moraju biti savremeno koncipirani. Dinamičan razvoj softvera i razvojnih okruženja uslovljava da se stalno prate novi trendovi u e-poslovanju, što obavezuje na rad u najsavremenijim programskim alatima i konstantnu distribuciju isključivo aktuelnih informacija. Vrlo često raskošno dizajnirani interfejsi razvojnih okruženja zahtevaju dosta znanja i veštine, što može znatno da utiče na vreme potrebno za izradu korisničke Web aplikacije i njenih resursa.

Ispunjenost druge hipoteze ogleda se kroz izradu modela poslova softverske platforme turističke agencije, zatim izradu relacione baze podataka i konačno izradu Web aplikacije. **Naučni doprinos** je formulisanje univerzalnog sistema elektronskog poslovanja, koji se može primeniti u poslovnom procesu bilo koje turističke agencije. Interfejs Web aplikacije turističke agencije moguće je prevesti na bilo koji svetski jezik, što stvara mogućnost primene u bilo kojoj turističkoj ustanovi na svetu. Na osnovu polaznih hipoteza očekivani rezultati svode se na to da je moguće napraviti univerzalni (opšti) sistem za e-poslovanje. Očekivana posledica pri prevodu interfejsa Web aplikacije na neki od stranih jezika, je manja izmena i dorada programskog koda u razvojnom okruženju, što neće ugroziti kvalitet i stabilnost same aplikacije i pouzdanost njenih podataka.

Ispunjenost treće hipoteze iskazana je kao mogućnost uključivanja turističke organizacije, koja koristi softversku platformu, u evropski prostor e-poslovanja i usklađivanje sa međunarodnim standardima. Poštovanje zakona o poslovanju i primena standarda na resurse softverske platforme garantovani su u fazi izrade modela poslova Web aplikacije turističke agencije i to dijagramom konteksta i dijagramom dekompozicije.

6. ZAKLJUČAK

Mogućnosti primene softverske platforme turističke agencije su raznovrsne. Pre svega, objašnjena platforma teži ka realizaciji što kvalitetnijeg poslovnog procesa. Projektovani model softverske platforme turističke agencije može se iskoristiti pri realizaciji e-poslovanja u svim turističkim organizacijama. Zapravo, sadržaj elektronskih resursa, postavljenih u okviru platforme, određivaće prirodu poslovnog profila i nivo e-poslovanja.

Pravci daljeg istraživanja aplikacije turističke agencije su usmereni na uvođenje novih mogućnosti, poput primene metodologije poslovne inteligencije (*Business Intelligence*) koja treba da postojeću transakcionu bazu podataka prevede u analitičku bazu podataka i omogući OLAP i Data mining analize. Ukratko, potrebno je izgraditi skladište podataka (*Data Warehousing*) (YongSeog 2009, Barry 1997, Vidette 1996). To je posebno dizajnirana analitička baza podataka u koju se iz transakcione baze pomoću skupa ETL programa (ekstrakcija-transformacija-učitavanje) učitavaju podaci (Al Dallal and Briand 2010, Yao-Min et. al. 2009). Tek nakon toga moguće je realizovati OLAP procesiranje podataka (*On-line Analytical Processing*) (Halpin and Morgan 2009, Codd, 1990) i otkrivanje „znanja“ u podacima (*Data Mining, DM*) (Jiwei and Micheline 2001, Suknovic et. al. 2005). DM je poznat u literaturi kao "ekstrakcija znanja", "uzorak analize", "podaci arheologije" (Bhavani 1999, Kascelan and Becejski-Vujaklija 2005). DM je skup metoda za analizu podataka, kreiran sa ciljem da se sazna specifična zavisnost, odnosi i pravila vezana za podatke i njihovo izdavanje u nove, više kvalitetne informacije (Berry and Linoff 1999). Zapravo, rezultati Data mining analiza mogu da se koriste u procesu donošenja poslovnih odluka, što je suština koncepta poslovne inteligencije.

LITERATURA

- [1] Al Dallal, J., & Briand, L. C. (2010). *An object-oriented high-level design-based class cohesion metric*, Information and Software Technology, Vol. 52, No. 12, (2010) pp. 1346-1361.
- [2] Barry, D. (1997). *Data Warehouse from Architecture to Implementation*, Addison-Wesley.

- [3] Berry, M. J. A., & Linoff, G. (1999). *Mastering data mining*, The Art and Science of Customer Relationship Management.
- [4] Bhavani, T. (1999). *Data Mining: Technologies, Techniques, Tools and Trends*.
- [5] Cabot, J., & Teniente, E. (2009). *Incremental integrity checking of UML/OCL conceptual schemas*, Journal of Systems and Software 82(9), pp. 1459-1478.
- [6] Codd, E. F. (1990). *The Relational Model for Database Management* (Version 2 ed.), Addison Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-14192-2.
- [7] Duthie, G.A. (2002). *Microsoft ASP.NET*, CET Copmuter Equipment and Trade, ISBN 86-7991-178-X, Belgrade.
- [8] Federal Information Processing Standards Publication 184, (1993). *Announcing the Standard for INTEGRATION DEFINITION FOR INFORMATION MODELING (IDEFIX)*, <http://www.idef.com/pdf/Idef1x.pdf> (last access January 03.2012).
- [9] Halpin, T., & Morgan, T. (2009). *Other Modeling Aspects and Trends*, Information Modeling and Relational Databases (Second Edition), (2009) pp. 835-892.
- [10] Jiwei, H., & Micheline, K. (2001). *Data Mining: Concepts and Techniques*, Simon Fraser University.
- [11] Kaščelan, Lj., & Bečejski-Vujaklija, D. (2005). *A Model for Data Mining System in Financial Crisis Management Based on Data Warehouse Concept*, Computer Science and Information Systems ComSIS, Vol. 2, No. 1, (June 2005) pp. 43-62.
- [12] Riordan, R.M. (2002). *Microsoft ADO.NET*, CET Copmuter Equipment and Trade, ISBN 86-7991-177-1, Belgrade.
- [13] Sharp, J., & Jagger, J. (2002). *Visual C#.NET*, CET Copmuter Equipment and Trade, ISBN 86-7991-179-8, Belgrade.
- [14] Suknović, M., Čupić, M., & Martić, M. (2005). *Data Warehousing and Data Mining - A Case Study*, Journal of Operations Research, Vol. 15, No. 1, (2005) pp. 125-143.
- [15] Vidette, P. (1996). *Building a Data Warehouse for Decision Support*, Prentice Hall.
- [16] Yao-Min, F., Li-Yu, L., Chua-Huang, H., & Tien-Yin, C. (2009). *An integrated information system for real estate agency-based on service-oriented architecture*, Expert Systems with Applications, Vol. 36, No. 8, (October 2009) pp. 11039-11044.
- [17] YongSeog, K. (2009). *Boosting and measuring the performance of ensembles for a successful database marketing*, Expert Systems with Applications, Vol. 36, No. 2, Part 1, (2009) pp. 2161-2176.
- [18] Zahorjanski, M., Benkovic, S., & Veljovic, A. (2011). *Concept of Analytical Databases in the Creation of Financial Business Strategy of a Company*, Metalurgia International, Vol. 16, No. 10, (2011) pp. 105-111.



FUNKCIONALNOSTI YAHOO GROUPS SERVISA NA STUDIJSKOM PROGRAMU ELEKTRONSKO POSLOVANJE

YAHOO GROUPS SERVICE FUNCTIONALITY IN THE STUDY PROGRAM E-BUSINESS

NADA STALETIĆ, PREDRAG STALETIĆ, ALEKSANDAR SIMOVIĆ

Visoka škola elektrotehnike i računarstva u Beogradu

nada.staletic@gmail.com, predrag.staletic@gmail.com; asimovich@gmail.com

Rezime: U radu se analiziraju funkcionalnosti Yahoo Groups servisa kao Internet platforme za razmenu informacija i podršku nastavnom procesu na studijskom programu Elektronsko poslovanje Visoke škole elektrotehnike i računarstva u Beogradu, u periodu od 2003-2012. godine.

Ključne reči: Yahoo Grupe, Mejling liste, Internet forumi, e-učenje, elektronsko poslovanje

Abstract: This paper analyzes the functionality of Yahoo Groups as an Internet service platform for information exchange and support the learning process of the study program E-Business College of Electrical Engineering and Computer Science in Belgrade, in the period from 2003 to 2012. year.

Keywords: Yahoo Groups, Yahoo Groups, electronic mailing lists, web forums, e-learning, e-business

1. UVOD

Internet, vodeća informaciona i komunikaciona tehnologija našeg vremena predstavlja snažno sredstvo u procesu širenja informacija i obrazovanja savremenog čoveka. Više od dve i po milijarde ljudi sredinom 2012. godine pristupa Internetu. Od početka komercijalne eksploatacije (1993) do danas Internet se nalazi u stalnim promenama. Sa Internetom se menja slika sveta današnjeg čoveka, oslobođenog partikularizma i lokalizma. Ostvarena je vizija Maršala Makluana (1967) o „svetu kao globalnom selu“, gde se poznanstva lako stižu, a uspostavljanje komunikacije sa ljudima koji žive u udaljenim svetskim regionima (koje možda nikad nećemo sresti), do kraja je pojednostavljeno.

Jednom rečju, Internet je revolucija informacija. Sa pojavom i prevladavanjem Interneta kao nosioca informacija i komunikacije na daljinu, ništa više nije isto.

Internet se ostvaruje preko skupa različitih servisa. Na početku razvoja, pokrenut je veliki broj Internet servisa, koji su funkcionalno dizajnirani u klijent server arhitekturi: web, elektronska pošta, mejling liste, diskusione grupe, gopher, telnet, irc. Vremenom, jedan broj servisa se ugasio, jer za njih nije postojalo interesovanje (telnet; gopher; irc). Neki servisi integrisani su u web (mail u webmail; news u web forume). Sa inovacijama integrisanim u Internet aplikacijama web 2.0, brojni servisi postali su sastavni deo Facebook.

Mejling lista (electronic mailing lists) je servis koji je nastao sa Internetom i zadržao se do danas. Zbog originalnosti, funkcionalnosti i, uopšte, korisnosti. Mejling listu čini zatvorena Internet zajednica (korisnička grupa), čiji su članovi dobrovoljno pristali da učestvuju u Internet pisanoj komunikaciji i da razmenjuju mišljenje o određenim temama^[1].

Većina korisnika Interneta danas prati jednu ili više mejling lista, a da te činjenice često nisu svesni. Kad procene da nemaju više koristi, jednostavno se odjavljuju. Popunjavanje korisničkog ugovora prilikom implementacije novog softvera obično prati aktivno polje za pristanak za prijem mejling liste proizvođača. Korisnici Interneta i vlasnici naloga elektronske pošte često nisu ni svesni kad dobiju poruke od kompanija čijim su proizvodima ili uslugama poklonili poverenje, koje nisu ništa drugo nego mejling lista.

Prema opcijama koje su na raspolaganju članovima liste, razlikujemo dva tipa mejling lista ^[2]:

- Diskusione liste. Omogućavaju korisnicima da dobijaju i šalju postove (poruke), datoteke, kao i da sprovode druge vrste dvosmerne Internet komunikacije. Interaktivnost je za ovu vrstu mejling liste ključno obeležje.

- Bilteni (newsletters) jeste vid mejling liste koji je dizajniran da omogućava jednosmernu komunikaciju: pošiljalac (server, uključujući serverski softver Majordomo za procesiranje posta na sve korisnike koji su pretplaćeni na listu) – primaoci, pretplatnici liste. Ovu vrstu mejling lista koriste informativne kuće. Novinska kuća B92 (www.b92.net) prva je kod nas uvela ovakav način informisanja članova Internet zajednice (1996. godine).

Diskusione liste obično okupljaju članove na osnovu određene teme. U obrazovanju se koriste kao pomoćno sredstvo koje doprinosi kvalitetnijem informisanju učesnika obrazovnog procesa i produbljivanju znanja, jer proces sticanja novih znanja i veština nije ništa drugo nego učenje na sopstvenim greškama i na tuđem iskustvu.

Bilteni (newsletters) jesu najčešće kanal e-mail marketinga, koji je usmeren prema ciljnoj grupi – kupcima proizvoda ili korisnicima usluga, koji su se saglasili na prijem biltena. Sa stanovišta kompanije koja upravlja biltenom, radi se o CRM komunikaciji – odnosima sa klijentima posle prodaje. Bilten predstavlja jedan od kanala održavanja odnosa sa klijentima. Za primaoca, lista je način da se na vreme obaveste o novim proizvodima i njihovim funkcionalnostima kompanije kojoj su jednom poklonili poverenje^[3].

2. YAHOO GROUP, GENEZA, RAZVOJ I FUNKCIONALNOST

Yahoo Inc. je multinacionalna kompanija u oblasti IT usluga, osnovana početkom 1994. godine, sa sedištem u Sanivalu, savezna država Kalifornija. Kompanija je vlasnik najposećenijeg web portala na svetu, na web lokaciji: www.yahoo.com. U okviru portala (kao osnovnog Internet domena), pokrenuti su brojni popularni poddomeni: Mail, Finance, Weather, Flickr, Search, Travel, News, Groups, Messenger i TV. Najveći broj Internet proizvoda Yahoo kompanije danas su dostupni korisnicima na trideset svetskih jezika. Yahoo domen pozicioniran je na četvrtom mestu po posećenosti na globalnoj mreži, prema Alexa web analitici ^[4]. Prestižno, četvrto mesto na globalnoj mreži Yahoo-u omogućava visoka posećenost i veliki broj linkova koji vode prema Yahoo-u (1.804.470).

Yahoo lokacija najpopularnija je na Tajvanu (prvo mesto po posećenosti) i u Sjedinjenim Američkim Državama (četvrto mesto). Prema Alexa analitici, oko 20% posetilaca weba u poslednja tri meseca redovno boravi na Yahoo domenu ili na jednom od poddomena. Na društvenoj mreži za profesionalne korisnike LinkedIn publikovana je informacija da Internet lokaciju (osnovni domen i podomeni, preko weba i mobilnih Internet platformi mesečno poseti milijardu ljudi (jun, 2012)^[5]. Prema završnom finansijskom izveštaju za 2011. godinu, korporacija je ostvarila 4,98 milijardi dolara prihoda. Istovremeno, kompanija je u posmatranom periodu zapošljavala 11.400 ljudi. Yahoo Inc. je jedna od 100 kompanija iz oblasti IT sektora čije poslovanje utiče na generisanje NASDAQ berzanskog indeksa.

Yahoo Groups je zajednički naziv za Internet servis koji je kompanija pokrenula na Internetu 1998. godine. Servis spaja dva popularna diskusiona Internet servisa (pre pojave web-a. 2.0): mejling liste i Internet forumi. Članovi mogu postovati i čitati poruke preko servisa elektronske pošte, odnosno preko svog e-mejl naloga. Međutim, grupa je dizajnirana tako da omogućava članovima dodatne funkcionalnosti, ukoliko odluče da događanja na grupi prate putem weba.

Članovi biraju da li će primati dnevne postove ili će postove preuzimati u formi specijalnog paketa postova nedeljno ili mesečno. Administrator i moderator može optimizovati grupu za jednosmerne poruke, u formi biltena, odnosno elektronske oglasne table.

Dizajn serverskog softvera imao je značajne izmene u periodu od 2005 – 2012. godine. Omogućena je napredna pretraga arhiva publikovanih postova, časkanje sa drugim članovima grupe koji se u tom trenutku nalaze na Internetu, kao i druge mogućnosti koje imaju Internet forumi.

Privilegije članova su precizno raspoređene. Administrator i moderator čine zajedno lica koja obavljaju administraciju grupe. Administrator grupe je njen osnivač, koji raspolaže sa najširim ovlašćenjima. Administrator može doneti odluku da ugasi grupu. Moderator prati postove koje postavljaju članovi, povremeno reaguje ako članovi grupe skreću sa teme, radi koje je grupa osnovana. Moderator može opomenuti ili privremeno udaljiti člana grupe zbog nedozvoljenog ponašanja (banovanje). Moderator, takođe, može trajno brisati člana grupe. Prijem novih članova podrazumeva da zahtev sa kratkim obrazloženjem distribuirati moderatoru, koji odlučuje hoće li dati odobrenje za pridruživanje novog člana. Ova opcija je vrlo značajna brana protiv ulaska u grupu pojedinaca koji bi svojim spammerskim delovanjem mogli brzo da podriju smisao njenog postojanja. Administratori grupe mogu ručno uneti elektronske adrese do deset novih članova dnevno u bazu članova.

Članovi Yahoo Groups imaju na raspolaganju sledeće opcije: postavljanje postova sa ili bez datoteka u prilogu; replike na postove; pristup grupi preko weba; pretraživanje arhive poruka; postavljanje datoteka radi skladištenja u ukupnoj veličini do 100 MB u bilo kom formatu; postavljanje ankete radi elektronskog

glasanja, koje će biti ponuđeno članovima grupe; pristup listi članova grupe, bez mogućnosti promene njihovog statusa.

Korisnici Interneta pokreću Yahoo Groups sa web adrese: *groups.yahoo.com*, birajući jednu od ponuđenih oblasti: Biznis i finansije; Kompjuteri i Internet; Kultura i društvo; Zabava i umetnost; Porodica i domaćinstvo; Vlast i politika; Zdravlje; Hobi; Sport i rekreacija; Regioni; Religija; Romansa i prijateljstvo; Školstvo i nauke o obrazovanju.

Održavanje grupe je besplatno. Servis se finansira iz prodaje oglasnog prostora na web interfejsu, kao i od oglašavanja u podnožju elektronskih poruka. Nije određena gornja i donja granica u pogledu broja članova. Grupa se gasi zbog ispoljene neaktivnosti u trajanju od šest meseci.

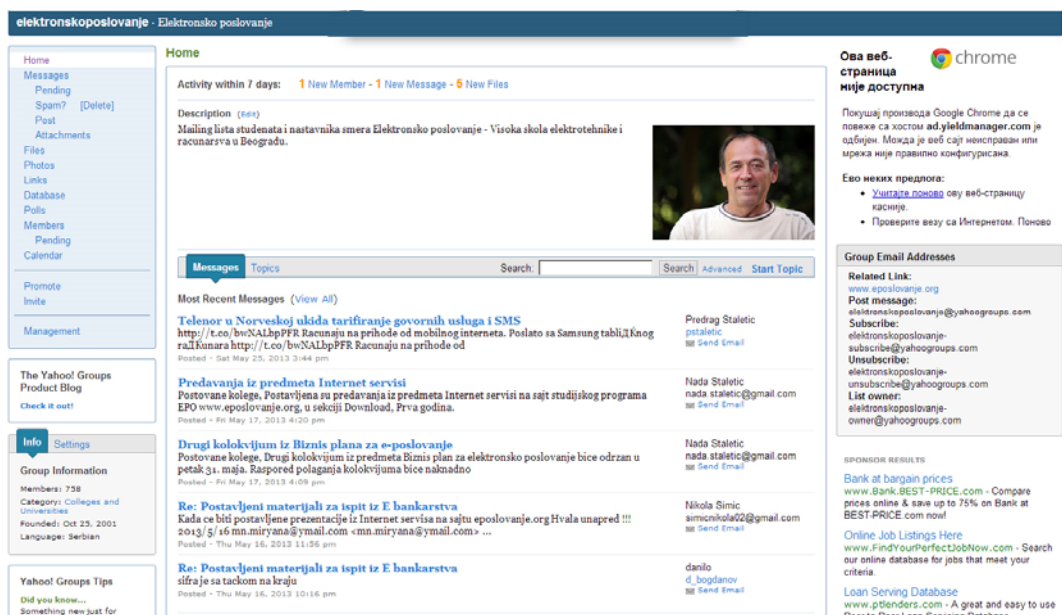
Prema službenoj analitici Yahoo Groups, u avgustu 2008. godine registrovano je devet miliona grupa, sa 113 miliona članova. Pisana konverzacija se odvijala na dvadeset dva svetska jezika.

Američki web sajt za globalnu web analitiku *Quantcast*^[6] objavio je u svom izveštaju da je servis Yahoo Groups imao u 2009. godini 915 hiljada posetilaca dnevno. Prema istoj web analitici, broj posetilaca u januaru 2011. godine povećan je na 933 hiljade. U posmatranom periodu broj posetilaca povećan je za 1,96%. U ovom izveštaju nisu obuhvaćeni posetioci koji grupama pristupaju preko servisa elektronske pošte.

U septembru 2010. godine Yahoo korporacija potvrdila je da ima registrovanih 10 miliona grupa, koje zajedno imaju 115 miliona članova. Prosečan broj članova po registrovanoj grupi iznosi: 11,5^[7].

3. FUNKCIONALNOSTI YAHOO GROUP SERVISA NA STUDIJSKOM PROGRAMU ELEKTRONSKO POSLOVANJE

Internet servis Yahoo Gropus registrovan je decembra 2001. godine. Punu funkcionalnost ima od oktobra 2003. godine, kada postaje zvanična diskusiona lista nastavnika, saradnika i studenata na smeru Elektronsko poslovanje, na Višoj elektrotehničkoj školi u Beogradu (od 2007. godine – Visoka škola elektrotehnike i računarstva).



Slika 1: Početna strana diskusione grupe Elektronsko poslovanje (admin. panel).

Diskusiona grupa okuplja članove koji su zainteresovani za brzo i kvalitetno informisanje o događanjima na smeru preko Interneta. Teme su vezane za studije, uslove polaganja ispita, literaturu, ispitna pitanja, seminarske radove, predispitne obaveze iz pojedinih predmeta, događaje na smeru – promocija diplomaca, događaji publikovani na Internetu vezani za oblast elektronskog poslovanja, studentski standard (domovi, prevoz u javnom saobraćaju), molbe studenata za umanjene školarine, teme za diplomske radove, kao i druga pitanja. Yahoo Gropus smera Elektronsko poslovanje prati se preko weba: *http://groups.yahoo.com/group/elektronoskoplovanje/* i preko servisa elektronske pošte (sa elektronske adrese odakle je obavljeno prijavljivanje na grupu).

Diskusiona grupa broji 758 članova. Studenti, nastavnici i saradnici našli su interes da se prijave na listu. Jedan broj diplomaca odjavio se posle završetka studija. Međutim, ima diplomaca koji i dalje prate listu. Povremeno učestvuju u polemikama, tako da lista služi i kao svojevrsni Alumni. Od naročite je važnosti je web strana na web lokaciji studijskog programa - <http://www.eposlovanje.org>, koja sadrži kratke informacije o grupi i link za prijavljivanje. Moderator liste od osnivanja je šef smera. Svaki zahtev za prijavljivanje na grupu treba da bude obrazložen (ko ga upućuje i koji su njegovi motivi i očekivanja). Moderator odlučuje o zahtevu. Na taj način je smanjen rizik da se na grupu prijavljuju spameri i drugi korisnici Interneta, koji imaju drugi interes u odnosu na interes članova diskusione grupe.

U periodu od deset godina, na listu je postavljeno 6.441 poruka sa tematikom koja se odnosi na smer i studijski proces. U proteklom periodu bilo je pokušaja publikovanja SPAM poruka od strane nekih članova (marketing), zbog čega su pošiljaoci najpre opomenuti od moderatora, a kad je takva praksa nastavljena, banovani su (privremeno isključeni). Nedolično ponašanje i uvrede drugih članova takođe su sankcionisane banovanjem ili udaljavanjem iz diskusione grupe. Prosečan mesečni broj postova iznosi 56, što je skoro dva posta dnevno. Pregled broja postova od nastanka liste do danas prikazan je na slici 2:

Message History

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2013	22	17	17	13	9							
2012	72	122	29	17	19	19	21	32	69	24	9	8
2011	28	59	24	26	40	54	19	21	90	82	37	53
2010	31	51	33	22	25	22	4	5	50	76	54	101
2009	30	29	25	51	47	44	7	17	63	33	32	30
2008	145	93	62	80	68	102	30	24	85	49	50	58
2007	102	71	58	26	35	49	14	27	50	133	81	70
2006	107	79	25	38	61	65	21	13	54	82	84	68
2005	82	108	118	45	60	86	19	40	58	50	31	97
2004	54	26	13	19	10	13	17	2	135	147	57	70
2003		4			1	1			5	23	89	43
2001												1

Copyright © 2013 Yahoo! Inc. All rights reserved.
[Privacy Policy](#) - [Terms of Service](#) - [Guidelines](#) **NEW** - [Help](#)

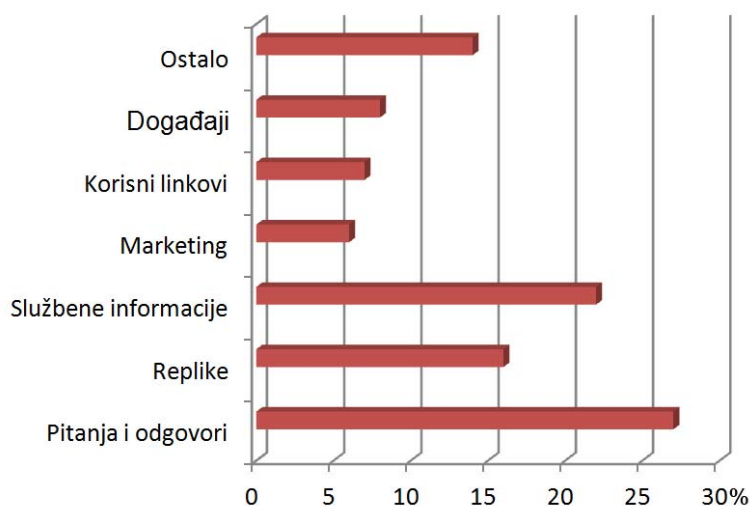
Slika 2: Distribucija postova na Grupi Elektronsko poslovanje od osnivanja do aprila 2013^[8].

Iz podataka publikovanih u tabeli na slici 2 mogu se izvući sledeći zaključci:

- Frekvencija postova je najveća u periodu od 2006. do 2008. godine. Ovo se može objasniti činjenicom da je u ovom periodu na studijama na smeru bilo najviše upisanih studenata (tzv. *bum* studentske populacije koji se osetio na visokoškolskim insitucijama u Republici). Uticaj elektronske pošte kao vida elektronske komunikacije preko Interneta bio je veći nego danas. Uticaj globalnih socijalnih mreža koje se pojavljuju posle 2004. godine nije u dovoljnoj meri zahvatio ciljnu grupu okupljenu oko diskusione grupe. U narednim godinama uticaj Facebook-a na generaciju povezanu na diskusionu grupu beleži konstantni rast. Facebook preuzima brojne web i druge Internet servise, što ima za posledicu blago smanjenje interesovanja za diskusionu grupu (period od 2009 – 2012).
- Jul i avgust su meseci sa najmanjim brojem postova na listi u posmatranom periodu. Članovi grupe – studenti, nastavnici i saradnici u ovom periodu su na letnjem raspustu.
- Najveći broj postova publikovan je pre ili u toku ispitnih rokova (januar, februar, oktobar, novembar i decembar), iz čega se zaključuje da su aktivnosti u ovom periodu vezane za pripremu ispita u ispitnim rokovima.

Sadržaji postova publikovanih na listi mogu se razvrstati u nekoliko kategorija. Na Grafikonu 1 prikazana je frekvencija sadržaja postova, razvrstanih po kategorijama u periodu od 2010 – 2012. godine.

U periodu od 2010 – 2012. godine publikovano je 1448 postova. Prosečan broj postova na mesečnom nivou iznosi 40. Postovi su mogu klasifikovani u osam tematskih oblasti: Pitanja i odgovori; Polemike; Službene informacije; Marketing; Korisni linkovi; Datoteke za preuzimanje; Događaji i nekategorisani postovi, koji se vode pod Ostalo.



Grafikon 1: Klasifikacija i frekvencija postova publikovanih na diskusionoj grupi (2010-2012).

Kategorija postova Pitanja i odgovori čini 27 procenata poruka. Radi se o postovanju studenata, nastavnika i saradnika angažovanih u nastavnom procesu na smeru ili u školi. Polemike jesu postovi sa odgovorima, koje se vode između najmanje dva člana. Ovaj vid postova obuhvata 16% statističke mase. Službene informacije zastupljene su u najvećem obimu u postovima u posmatranom periodu (22%). Radi se o postovima koje postavljaju nastavnici i saradnici o događajima na smeru, uključujući postove sa datotekama u prilogu (rezultati ispita; raspored ispita; multimedijalna predavanja; obrasci; raspored nastave; odlaganje nastave i dr). Postovi koji imaju marketinški sadržaj obuhvataju 6% poruka u posmatranom periodu. Korisni linkovi upućuju korisnike na web adrese koje sadrže informacije značajne za predmete i discipline na smeru. Kategorija postova Događaji zastupljena je sa 7%. Postove sa informacijama o različitim događajima, kao što su događaji u školi (tribine; predavanja gostujućih nastavnika; događaji u gradu ili na drugim visokoškolskim ustanovama; globalni događaji u svetu elektronskog poslovanja i informacionih tehnologija, i dr. Naposletku, nekategorizovani sadržaji postova (SPAM poruke i druge poruke koje po pravilu publikuju studenti) čine 14% sadržaja.

4. ZAKLJUČAK

Diskusiona grupa Yahoo Groups dizajnirana je kao hibrid mejling lista i Internet foruma. Studijski program Elektronsko poslovanje formirao je posebnu grupu za studente, nastavnike i saradnike, kao interaktivan Internet servis koji se istovremeno prati preko weba i elektronske pošte. Cilj grupe je kvalitetnija informisanost o studijskom procesu na smeru, distribucija različitih datoteka i drugog materijala u digitalnom obliku za pripremanje predispitnih obaveza, seminarskih radova i ispita, izjašnjavanje članova grupe putem ankete o određenim pitanjima na smeru, kao i druga pitanja koja pokreću članovi grupe.

Interesovanje za grupu, broj članova, broj postova i širok dijapazon tema i drugih sadržaja u posmatranom periodu pokazuje da grupa ima svoj smisao i cilj.

Internet tehnologije ostvarile su napredak početkom milenijuma, sa pojavom web-a 2.0. Korisnicima je, pored interaktivnosti, omogućeno da kreiraju vlastiti korisnički interfejs i još mnogo toga. Wiki koncept i Facebook su tipični proizvodi tog koncepta. Bez obzira na njihovu popularnost, diskusiona grupa Elektronsko poslovanje i dalje je interesantna za studente, nastavnike i saradnike, što se vidi po broju članova i broju postova danas.

Kroz trajanje, brojno članstvo i teme koje se raspravljaju i druge sadržaje koji su na raspolaganju korisnicima, diskusiona grupa pokazuje da je važno sredstvo u studijskom procesu na studijskom programu Elektronsko poslovanje.

LITERATURA

- [1] Predrag Staletić (2000), Internet servisi u poslovnoj komunikaciji (134). Beograd, Viša elektrotehnička škola
- [2] Hossein Bidgoli, editor (2004), The Internet Encyclopedia, Volume I, A-F (600), John Willey & Sons. Inc. Hoboken, New Jersey.

- [3] V. Podobnik, K Trzec, G Jezic (2010) Agent-Based B2C Electronic Market in the Next-Generation Internet, Encyclopedia of E-Business Development and Management in the Global economy, Volume I (227), Western Illinois University, USA
- [4] http://www.alexa.com/search?q=www.yahoo.com&r=home_home&p=bigtop/
- [5] <http://www.linkedin.com/company/yahoo/>
- [6] <https://www.quantcast.com/>
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Yahoo_groups#cite_note-34/
- [8] <http://groups.yahoo.com/group/elektronskoposlovanje/>



ZNAČAJ PRAĆENJA POSEĆENOSTI WEB SAJTA ELEKTRONSKE MALOPRODAJE

IMPORTANCE OF TRACKING VISITS ON E-RETAILING WEBSITE

SONJA LEKOVIĆ, MSC.

Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet Subotica, sonjalekovic@ef.uns.ac.rs

Rezime: *Uspeh elektronske maloprodaje ogleda se u uspešnom nastupu na Web-u koji će privući potencijalne potrošače. Posećenost sajta elektronske maloprodaje varira, a direktno je zavisna od atraktivnosti ponude i načina na koji je predstavljena na sajtu. Cilj elektronske maloprodaje je da posetioce na sajtu pretvori u potrošače, kroz različiti načine privlačenja potrošača na sajt, njihovog zadržavanja na sajtu i realizacije kupovine. Elektronska maloprodaja se susreće sa različitim pokazateljima odnosa posećenosti i prodaje na sajtu.*

Ključne reči: *elektronska maloprodaja, posećenost sajta, vreme trajanja posete, prihod od prodaje.*

Abstract: *The success of e-retailing depends on successful image on the web that will attract potential consumers. Visits on the website of e-retailer varies, and it is directly dependent on the attractiveness of the offer and how it is presented on the website. The main goal of the e-retailing is to convert visitors to consumers, through different ways of attracting consumers to the website, their longer staying and realization of purchase. The electronic retailing is faced with different relations between indicators of visits and sells income on the website.*

Keywords: *e-retailing, visits, duration of visit, sells income.*

1. UVOD

Elektronska maloprodaja svoju prodaju proizvoda na Web-u bazira na pretpostavci da kupovinom proizvoda potrošač ima određenu komparativnu prednost u odnosu na druge kanale marketinga. Naime, ponuda na Web-u mora da ima određene prednosti koje će opredeliti potencijalnog potrošača da obavi kupovinu baš na Web sajtu elektronskog maloprodavca. Stoga, ono što je zadatak elektronske maloprodaje je da kreira takvu ponudu koja će biti atraktivna u pogledu karakteristika proizvoda, pruženih informacija o proizvodu, konkurentnosti cene i slično, zahvaljujući čemu će se potencijalni potrošač opredeliti za kupovinu. Zadatak elektronske maloprodaje je da pronađe načine da privuče potencijalne potrošače na sajt.

Maloprodavci se susreću sa promenama u posećenosti njihovog sajta, kao i promenama u nivoima prodaje na sajtu, što postavlja pitanja:

- Od čega zavisi posećenost Web sajta elektronske maloprodaje?
- Da li velika posećenost na sajtu, neizbežno znači i rast prodaje i prometa?
- Zašto mala posećenost nekada generiše veći prihod od prodaje u odnosu na veliku posećenost?

Ova pitanja imaju za cilj da reše dileme elektronskog maloprodavca u stalnim naporima, koji podrazumevaju i troškove privlačenja potrošača na sajt, da bi se povećala posećenost, a koja treba da ima jednak uticaj na rast prihoda od prodaje.

2. STRATEGIJE ELEKTRONSKE MALOPRODAJE I UTICAJ NA POSEĆENOST WEB SAJTA

Uloga koju maloprodavac pridaje Web-u zavisi od toga (Berman and Evans, 2010): da li je glavni cilj da komunicira interaktivno sa potrošačima ili da proda proizvod; da li je reč o tradicionalnom maloprodavcu koji želi da ima Web prisustvo („klik i cigla“), ili o novom maloprodavcu koji želi da ima veći deo svoje prodaje na Web-u („klik“); i kojim resursima maloprodavac raspolaže i koliko želi da uloži u razvoj i sadržaj sajta. Postoje razlike u značaju posećenosti i rasta prodaje na Web sajtu elektronske maloprodaje u zavisnosti da li je reč o maloprodavcu koji ima strategiju kanala marketinga „klik i cigla“ ili je reč o „čistom“ elektronskom maloprodavcu.

Naime, u slučaju strategije „klika i cigle“ elektronski maloprodavac koristi svoj Web sajt i kao alat povećanja prodaje u tradicionalnom kanalu marketinga, dok je od sekundarnog značaja rast prodaje na Web-

u. Mešovita strategija „klika i cigle“ predstavlja udruženu on-line strategiju sa drugim prodajnim kanalom, u kojoj tradicionalni maloprodavci imaju značajne iznose kapitala za dugoročno finansiranje razvoja elektronske maloprodaje, gde dolazi do integrisanja on-line marketinga sa off-line fizičkim prodavnicama (Končar, 2008). Strategija „klikova“ podrazumeva znatno aktivniju strategiju elektronske maloprodaje jer predstavlja jedini kanal marketinga i jedini izvor prihoda od prodaje za elektronskog maloprodavca.

Elektronski maloprodavac „klik i cigla“ strategiju elektronskog kanala marketinga implementira u trenutku kada želi da uvede inovativan kanal, što ima uticaj na precepciju njegovih potrošača o savremenom pristupu maloprodaji. Potrošači ovog maloprodavaca će koristiti elektronsku prodavnicu da bi se bolje informisali o proizvodima koji su u ponudi, a svoju kupovinu će radije obaviti u maloprodajnom objektu. Elektronski maloprodavac „klika i cigle“ u početnim fazama uvođenja svoje elektronske maloprodaje susreće se sa gubicima, usled velikih troškova implementacije elektronskog kanala i malog prihoda opreznih potrošača koji svoju kupovinu radije obavljaju na tradicionalan način. Posećenost Web sajta elektronske maloprodaje varira u zavisnosti od sezonskih ponuda i akcija, usled poseta potrošača koji imaju za cilj da se informišu pre svoje kupovine.

Strategija elektronskih maloprodavaca „klikova“ ima proaktivni uticaj na potencijalne potrošače. Naime, osnovni zadatak elektronskog maloprodavca sa strategijom „klika“ je da generiše prihod u početnoj fazi, odnosno da potencijalni potrošači budu upoznati sa ponudom na sajtu i da prepoznaju komparativnu prednost u odnosu na druge oblike kupovine i realizuju kupovinu, što će uticati na rast posećenosti sajta. Posećenost Web sajta elektronske maloprodaje mora da se održi na istom nivou tokom cele godine, bez obzira da li se generiše prihod ili ne. Ukoliko dolazi do pada posećenosti elektronski maloprodavac „klika“ mora da utiče na atraktivnost ponude, nuđenjem popusta, menjanjem ponude, uvođenjem novih kategorija proizvoda kao i informisanjem potrošača o promenama u ponudi (npr. slanje „newsletter“-a, kampanje direktnog e-mail marketinga usmerene prema potrošačima koji su kupovali u prethodnom periodu i sl.).

U početnim fazama rasta Amazon.com-a najvećeg elektronskog maloprodavaca, potencijalni potrošači su bili privučeni inovativnim kanalom marketinga, a specifičnost proizvoda (knjige) je afirmisala prodaju na Web-u. U rangu najvećih maloprodajnih kompanija Amazon.com je na 28. mestu po prihodu, po čemu je veći i od pojedinih tradicionalnih maloprodavaca sa internacionalnim poslovanjem (Deloitte, 2012.). Ulaskom konkurenata Amazon.com je širio svoju ponudu i menjao način prikaza proizvoda na Web-u, zbog čega i danas predstavlja najvećeg elektronskog maloprodavca sa „klik“ strategijom koji je daleko ispred konkurencije po prihodu od prodaje i posećenosti sajta.

3. OSTALI POKAZATELJI U PRAĆENJU SAJTA ELEKTRONSKE MALOPRODAJE

U analizi uticaja posećenosti sajta na rast prodaje na sajtu od značaja je pratiti i ostale pokazatelje koji ukazuju na način kako potencijalni potrošač dolazi na sajt, kako provodi vreme na sajtu, da li ponuda zadržava njegovu pažnju, i na kraju da li obavlja kupovinu. Neki od pokazatelja u praćenju sajta elektronske maloprodaje, pored posećenosti, su (Laudon and Traver, 2012): vreme trajanja posete, broj klikova na stranicama, broj pregledanih stranica, broj obavljenih kupovina od strane jednog posetioca, i broj ponovljenih kupovina.

Posećenost sajta meri se brojem ukupnih poseta u određenom periodu, nezavisno od toga koliko je vremena posetilac proveo na Web sajtu. Ono što elektronski maloprodavac treba da obezbedi je rast posećenosti sajta sa ostvarivanjem cilja zbog koje se posećenost afirmiše (a to je rast prodaje na sajtu, rast prodaje u tradicionalnoj maloprodaji, upoznavanje potrošača sa novim proizvodom, pružanje različitih korisnih informacija za potencijalnog potrošača).

Praćenje vremena trajanja posete je od velike važnosti, jer što se potencijalni potrošač duže zadrži na sajtu raste verovatnoća da će obaviti kupovinu. Međutim, ukoliko se kupovina obavi nakon kratke posete to ukazuje na višestruku efikasnost elektronske maloprodaje. Ukoliko se primete duge posete jednog posetioca koji ne obavi kupovinu to može izazvati gubitak posetioca koji nije pronašao ono što je očekivao. Kod elektronskih maloprodavaca koji imaju strategiju „klika i cigle“ bitno je pratiti posećenost sajta, vreme trajanja posete i njihov uticaj na rast prihoda u kupovini na tradicionalnim osnovama.

Broj klikova na stranici i broj pregledanih stranica pokazuje koliko je atraktivna ponuda na sajtu. Zadatak elektronskog prodavca je da obezbedi sajt kojim se lako i jednostavno upravlja, kako bi posetilac na što efikasniji način pronašao adekvatnu ponudu. Ukoliko posetilac provodi duže vreme na sajtu, prelazi sa stranice na stranicu u toku jedne posete, pri čemu se ne zadržava duže vreme na stranici, a pri tome ne realizuje kupovinu, to može biti signal da nije pronašao ono što je želeo.

Od značaja je pokazatelj broja kupovina, na osnovu broja posetilaca sajta koji su naručili proizvod, izvršili transakciju i čija kupovina je realizovana. Težnja svakog elektronskog maloprodavca treba da bude da što više poseta ima za posledicu akt kupovine. To će značiti da su posetioci prepoznali neki segment

elektronske maloprodaje kao prednost u odnosu na druge kanale, da elektronski maloprodavac ima ponudu koja je bila atraktivna za kupovinu na sajtu, i na taj način da efikasno privlači potrošače na svoj sajt. Ono što je zadatak elektronskog maloprodavca u sledećem koraku jeste da postojećeg potrošača zadrži, tako što će obezbediti ponovljenu kupovinu, što takođe predstavlja značajan pokazatelj za merenje u elektronskoj maloprodaji.

3. MERENJE POKAZATELJA NA SAJTU ELEKTRONSKE MALOPRODAJE

Vreme koje postilac provede na jednom sajtu je bitan pokazatelj u elektronskoj maloprodaji. Pored vremena koje potencijalni potrošači provode na određenom sajtu, od velike važnosti je i kako to vreme troše, koje aktivnosti obavljaju i da li uspevaju da pronađu ono zbog čega su na sajtu, tj. da li će obaviti kupovinu. Zadržavanje na jednom Web sajtu je pod uticajem sadržaja koji mora biti atraktivan tako da navodi posetioce da provode vreme na sajtu, pretražuju i vrte se na sajt. Da bi se povećalo vreme posećenosti sajta neophodno je navesti posetioce da duže ostaju na sajtu preko interesantnog sadržaja na sajtu, novih proizvoda, prilagođene navigacije na sajtu, itd.

$$V = f(t, c) \quad (1)$$

Ukupno vreme koje provede na sajtu elektronske maloprodaje u funkciji je sadržaja na sajtu elektronske maloprodaje. Sama odluka o kupovini opet će zavisiti od vremena koje potencijalni potrošač želi da potroši, da li je spreman da kupovinu obavi elektronski i da čeka na dostavljanje proizvoda, ili će radije proizvod kupiti na tradicionalan način.

Takođe, od značaja je merenje vremena koje prođe od prethodne posete do sledeće posete sajta elektronske maloprodaje. Međutim, da elektronska maloprodaja ima uspeha pokazuje i činjenica da je jedan potrošač obavio kupovinu više puta. U tom smislu od važnosti je meriti koliko često jedan potrošač obavlja kupovine, da li narednu kupovinu potrošač samostalno inicira, ili je pod uticajem nekih pormena u ponudi, kampanje elektronskog maloprodavca usmerene na potrošače koji su već obavili kupovinu i sl. Pokazatelj učestalosti meri vreme koje prođe od prethodne do sledeće kupovine jednog potrošača.

$$F = tI - t_0 \quad (2)$$

Pokazatelj efikasnosti elektronske prodaje je prelazak posetilaca u potrošače, što se meri stopom konverzije. Ova stopa predstavlja broj potrošača, koji su posetili sajt i obavili određenu radnju (npr. transakcija, naručen proizvod), u odnosu na ukupan broj posetilaca sajta. Takođe, stopa konverzije se može definisati i kao ukupan broj autputa koje proizvodi elektronska prodavnica u odnosu na ukupan broj poseta. Stopa pokazuje da li sajt elektronske maloprodaje proizvodi prihod, da li posetioci postaju potrošači, po kojoj stopi konverzije i da li je stopa konverzije u skladu sa očekivanjima (Leković, 2011).

$$K = k/p \quad (3)$$

Optimalna stopa konverzije beleži rast svake godine, a tipičnom stopom konverzije u elektronskoj maloprodaji se meri između 2-3%, dok se sve iznad toga smatra uspehom. Na osnovu uvida u stope konverzije elektronskih maloprodavaca 56% ih ima stopu konverzije između 1-3%, dok 21% ima 3-5%, a 17% ima 5-8% stope konverzije (Laudon and Traver, 2012). Elektronki maloprodavci sa najvećom stopom konverzije u 2010. godini su Schwan's.com čak 40,6%, zatim WomanWithIn.com 25,3%, Blair.com sa 20,4%, 1800petmeds.com koja ima 17,7% stopu konverzije i VitaCost.com 16,4% (Top 10 Online Retailers by Conversion Rate – March 2010, www.marketingcharts.com). Amazon.com predstavlja elektronskog maloprodavca koji beleži najveći rast stope konverzije u periodu praznika, dok u toku godine nema većih oscilacija u nivoima posećenosti i stopi konverzije. Prepoznatljive karakteristike ovih elektronskih maloprodavaca su izgrađen brend, uspešna poslovna praksa u tradicionalnoj maloprodaji koja uliva poverenje i ponuda specifične grupe proizvoda za određen tržišni segment.

4. ANALIZA UTICAJA POSEĆENOSTI SAJTA NA RAST PRIHODA OD PRODAJE MALOPRODAVCA

Značaj praćenja posećenosti Web sajta elektronske maloprodaje ogleda se pre svega jer je reč o pokazatelju koji inicira dalju aktivnost posetioaca na sajtu, odražava poznatost sajta elektronske maloprodaje, efikasnost privlačenja posetilaca na sajt i atraktivnost sadržaja i ponude na sajtu. Oscilacije u posećenosti sajta pored

sadržaja zavise i od određenih aktivnosti maloprodavca u privlačenju posetilaca na sajt. Elektronski maloprodavac mora da vodi računa o krajnjem efektu koji želi da postigne rastom posećenosti sajta u određenom periodu. U tom smislu postavljeni ciljevi mogu biti rast posećenosti, rast vremena trajanja posete na sajtu, vraćanje starih posetilaca, i konačno rast prihoda, vraćanje postojećih potrošača.

Tabela br 1: Uticaj posećenosti Web sajta na generisanje prihoda od prodaje (Wilson, 2013).

Period merenja	Broj poseta	Prihod	Transakcija	Prosečan prihod po transakciji	Stopa konverzije	Prosečan prihod po poseti
Period 1	868	560,04	5	112,01	0,58	0,65
Period 2	778	23458,08	151	155,35	19,41	30,15
Period 3	227	5394,42	30	179,81	13,22	23,76
Period 4	297	471,57	2	235,78	0,67	1,59

U tabeli 1 može se videti da naveća posećenost ne znači i najveći prihod od prodaje, niti najveću stopu konverzije kao pokazatelj efikasnost elektronske maloprodaje. Ali ovaj pokazatelj može biti značajan za maloprodavca koji uvodi novi proizvod i koristi Web sajt kao informaciono sredstvo. Visoka posećenost je takođe značajna kod uvođenja novog i redizajniranja postojećeg sajta koji u prvom periodu ne generiše prihod od prodaje. Iznad prosečna posećenost sajta u drugom periodu izaziva najveći prihod u odnosu na posmatrane periode, najveći broj transakcija, ali i najveću stopu konverzije.

U poslednjem periodu niska posećenost generiše najniži prihod i najmanji broj transakcija i veoma nisku stopu konverzije. U odnosu na period 1 ovo je nepovoljnija situacija, jer je posećenost znatno niža, a broj transakcija takođe mali, prihod od prodaje je najniži, što ukazuje na pad atraktivnosti Web sajta (iako ima najveću vrednost pojedinačne transakcije, što ukazuje na veće vrednosti pojedinačne kupovine u odnosu na ostale periode). Period 3 iako ima nisku posećenost ima relativno visoku stopu konverzije i iznad prosečan prihod, što ukazuje da veći deo poseta rezultira kupovinom. Ovaj period ne treba zanemariti, jer je veliki deo posetilaca sa namerom posetilo sajt i obavilo kupovinu.

5. ZAKLJUČAK

Posećenost Web sajta elektronske maloprodaje zavisna je od sadržaja na sajtu i aktivnosti u privlačenju posetilaca koje sprovodi elektronski maloprodavac. Elektronski maloprodavac mora da obezbedi da ponuda bude atraktivna u pogledu karakteristika proizvoda, pruženih informacija o proizvodu, i konkurentnosti cene u odnosu na druge kanale. Promene u posećenosti variraju u zavisnosti od sezonskih ponuda i akcija, promena u ponudi, uvođenja novih kategorija proizvoda i sl. Neophodno je pratiti kako potencijalni potrošač dolazi na sajt, kako provodi vreme na sajtu, da li ponuda zadržava njegovu pažnju, i na kraju da li obavlja kupovinu. Rast posećenosti sajta elektronske maloprodaje treba da ima uticaj na upoznavanje potrošača sa novim proizvodom, rast prodaje na sajtu i rast prodaje u tradicionalnoj maloprodaji. Stopa konverzije kao pokazatelj efikasnosti se nužno mora pratiti u sprezi sa ostalim pokazateljima kao i sa aktivnostima koje elektronski maloprodavac sprovodi.

LITERATURA

- [1] Berman, B., Evans, J. R. (2010). *Retail Management. A Strategic Approach*. (11th ed.). New Jersey: Pearson.
- [2] Deloitte (January 2012). *Switching channels, Global Powers of Retailing 2012*. London: Deloitte.
- [3] Končar, J. (2008). *Elektronska trgovina*. Subotica: Ekonomski fakultet Subotica.
- [4] Laudon, K., C., Traver, C., G. (2012). *E-commerce 2012. Business. Technology. Society*. (9th ed.). Boston: Pearson.
- [5] Leković, S. (2011). Merenje zadovoljstva potrošača u elektronskoj trgovini. *Zbornik radova 38. Simpozijuma o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS 2011*. (106-108). Beograd: Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet.
- [6] Wilson, T. (May 14th, 2013). *Gogle Analytics: 5 Custom Ecommerce Events to Track*. Dostupno na sajtu: <http://www.practicalecommerce.com/articles/4023-Google-Analytics-5-Custom-Ecommerce-Events-to-Track>, datum pristupa 20.05.2013.
- [7] *Top 10 Online Retailers by Conversion Rate – March 2010*. (May 3rd, 2010). Dostupno na sajtu: <http://www.marketingcharts.com/direct/top-10-online-retailers-by-conversion-rate-march-2010-12774/>, datum pristupa 20.05.2013.



PRIMENA INTERNET MARKETING KONCEPTA U POPULARIZACIJI NAUČNO-ISTRAŽIVAČKOG PROJEKTA

INTERNET MARKETING CONCEPT APPLICATION IN THE POPULARIZATION OF THE SCIENTIFIC RESEARCH PROJECT

LIDIJA PAUNOVIĆ¹, ALEMPIJE VELJOVIĆ², DANIJELA MILENTIJEVIĆ³

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, lidijapaunovic@elab.rs

² Fakultet tehničkih nauka, Čačak, alempije@beotel.net

³ Tehnička škola „Nikola Tesla“, Kostolac, danijela_mil@yahoo.com

Rezime: *Internet marketing, kao proces izgradnje i održavanja odnosa sa korisnicima i promocije putem Interneta, primenu pronalazi u svim društvenim sferama, pa tako i u sferi naučnih istraživanja. Promocija naučno istraživačkih aktivnosti, kao i rezultata naučno-istraživačkog delovanja, ima za cilj popularizaciju nauke. Predmet istraživanja ovog rada je primena koncepta Internet marketinga u popularizaciji naučno-istraživačkog projekta kroz razvoj web portal. Web portal realizovan kroz MS SharePoint softverski paket predstavlja predlog rešenja kako za sprovođenje promotivnih aktivnosti, tako i za upravljanje projektom.*

Ključne reči: *Internet marketing, naučno-istraživački projekat, Web portal.*

Abstract: *Internet marketing as a process of building and maintaining user relations and promotion through the Internet finds application in all areas of society, including the area of scientific research. Promotion of scientific research activities as well as the results of these activities is aimed at the popularization of science. The topic of this paper is the application of the concepts of Internet marketing in the popularization of a scientific research project through the development of a web portal. Web portal implemented through MS SharePoint software suite represents a solutions proposal for the implementation of promotional activities as well as project management.*

Keywords: *Internet Marketing, Scientific Research Project, Web Portal.*

1. UVOD

Kao globalna računarska mreža, Internet predstavlja dobro realizovan spoj telekomunikacionih i informacionih tehnologija. Implementacija Interneta u svim društvenim sferama, određuje i transformiše ekonomsku i društvenu aktivnost.

Primena Interneta u poslovanju, omogućava pristup izobilju informacija, interkonekciju, publikovanje ekspresija korisnika, personalizaciju potrošnje, pridobijanje zadovoljstva korisnika, i dr. Upravo ovi faktori definisali su mogućnost proširivanja poslovanja putem Interneta a na taj način i razvoj Internet marketinga, kao posebne naučne discipline.

2. INTERNET MARKETING KAO SREDSTVO PROMOCIJE

Internet marketing je moguće definisati kao proces izgradnje i održavanja odnosa sa potrošačima kroz online aktivnosti, radi postizanja jednostavnije razmene ideja, proizvoda i usluga koje zadovoljavaju potrebe kako kupaca, tako i prodavaca (Imber and Betsy-Ann 2000).

Koncept razvoja Internet marketinga odnosi se na primenu informaciono-komunikacionih tehnologija u komunikaciji, kako u odnosima sa korisnicima, tako i u samoj organizaciji i odnosima sa zaposlenima, što uslovljava neophodnost posedovanja znanja, sposobnost umrežavanja i mrežnog komuniciranja.

Postoji veliki broj tehnika Internet marketinga a njihova upotreba zavisi od potreba organizacije. Neke od njih su:

- viralni marketing - strategija koja podstiče pojedince da isporuče poruku drugima i na taj način stvore potencijal za eksponencijalni rast dostupnosti i uticaja poruke (Kirby and Marsden 2005),
- udruženi marketing - program promovisanja proizvoda ili usluga on-line trgovaca, na sajtu nezavisne zainteresovane strane, koja za rezultate dobija adekvatnu naknadu,

- blog marketing - marketing koji podrazumeva upotrebu sajtova koji su primarno sačinjeni od ličnih i profesionalnih zapažanja, u obliku dnevnika ili časopisa (Dacko 2008),
- Internet oglašavanje - upotreba Interneta za prenos promotivne poruke,
- marketing diskusionih grupa - formiranje diskusionih grupa na određenu temu (proizvod, usluga,...),
- e-mail marketing - upotreba e-mail-a, kao sredstva komunikacije organizacije sa sadašnjim ili potencijalnim korisnicima.

3. PROMOCIJA NAUČNO-ISTRAŽIVAČKOG RADA

Kako je istraživanje logički, epistemološki i tehnički sistem umnih i drugih pratećih aktivnosti, kojima se, primenom naučnih metoda, verifikuje već postojeće ili stiče novo naučno (teorijsko i empirijsko) saznanje (Mihailović 2004), jasno su naglašene tri osnovne uloge koje naučno istraživački projekat može imati (Milosavljević and Radosavljević 1975):

- proveravanje već postojećih naučnih saznanja,
- proširivanje već postojećih naučnih saznanja,
- otkrivanje do tada nepoznatih saznanja.

Naučno istraživački rad direktno utiče na kvalitet života kao i blagostanje ljudi, zbog čega je neophodno podstaći naučno istraživačku delatnost. To je moguće ostvariti posvećivanjem posebne pažnje naučnom istraživanju kao i promociji naučno istraživačkog rada. Neophodno je popularizovati rad i rezultate istraživanja i na što bolji način približiti javnosti. Upravo promocija naučnih istraživanja, igra odlučujuću ulogu u podsticanju istih. Povećanje nivoa promocije i koncepata upravljanja istraživanjem, uspostavljanje naučnog i pravnog sistema, upravljanja naukom i tehnologijom i istraživačkim kadrom direktno utiče na povećanje nivoa mehanizama podrške menadžmentu naučno istraživačkog rada i nivoa inovacije. Istraživački rad mora biti dizajniran da omogući dalji razvoj nauke i tehnologije ali i da podstakne istraživače da se posvete daljim istraživanjima. Da bi istraživački rad bio podvrgnut promociji i popularizaciji, neophodno je da bude naučno zasnovan i obrazložen.

Promocijom je moguće postići da se prilikom naučno istraživačkog rada:

- prevaziđu granice industrije, akademskih institucija i vlada,
- nadmaše i povežu različite istraživačke oblasti,
- prevaziđu organizacione granice,
- prevaziđu starosne i polne razlike među istraživačima,
- prevaziđu granice između naučne zajednice i šire javnosti,
- prevaziđu granice konvencionalnog razmišljanja,
- poveća nivo finansijske podrške,
- poboljša istraživački standard,
- poveća nivo motivacije za naučnim istraživanjem,
- pospeši sloboda istraživanja.

U cilju da se znanje, koje je stečeno uz pomoć akademskih istraživanja i dostignuća u nauci i tehnologiji prenese na buduće generacije, kao i da se osigura njegov dalji razvoj, potrebno je popularizovati i promovisati naučno istraživački rad i njegove rezultate. Promocija naučnog istraživanja prerasta u veliki projekat u koji se sve češće ulažu nacionalni resursi. Kako bi se omogućilo promovisanje nauke i tehnologije bitno je omogućiti što razumljiviji dijalog između naučne zajednice i šire javnosti. U tom smislu, istraživači i ljudi koji su uključeni u promociju nauke i tehnologije trebalo bi da obezbede sveobuhvatna objašnjenja u vezi sa svojim aktivnostima. Neophodno je ostvariti dijalog između naučne i šire društvene zajednice, kako bi javnost bile približene koristi nauke. Ovakav vid komunikacije proširuje perspektivu istraživača i donosi sveže ideje. Razvoj nauke i ljudskih resursa u sklopu razvoja tehnologije centralni je deo politike promovisanja naučnog rada.

4. WEB PORTAL ZA POPULARIZACIJU NAUČNO-ISTRAŽIVAČKOG PROJEKTA

Pod Web portalima podrazumevaju se sajtovi na Internetu, koji obično pružaju personalizovane mogućnosti svojim posetiocima. Oni su dizajnirani da koriste distribuirane aplikacije, različite vrste posredničkih softvera i hardvera kako bi pružali usluge iz više različitih izvora. Web portali predstavljaju brzo razvijajući medijum za prenos informacija i znanja, kao i za uspostavljanje saradnje i koordinacije aktivnosti među korisnicima. Portali su nastali kao posledica potrebe za objedinjavanjem sadržaja iz većeg broja izvora, čime je moguće ostvariti doslednost podataka kao i pristup aplikacijama, koje bi u suprotnom predstavljale zasebne jedinice. Osnovna uloga portala je da se iz mnoštva informacija prisutnih na Internetu filtrira relevantan sadržaj.

Web portal omogućava inteligentnu integraciju i pristup sadržajima, aplikacijama i različitim informacijama, poboljšanje komunikacije i saradnje između korisnika, objedinjen trenutni pristup informacijama, personalizovanu interakciju korisnika, brzu i jednostavnu modifikaciju i održavanje sadržaja na stranici kao i promociju i popularizaciju sadržaja.

Portal za upravljanje i popularizaciju projekta, razvijen je kako bi omogućio članovima istraživačkog tima uspostavljanje zajedničke radne sredine koja ih spaja u jedan, virtuelni radni prostor. Podstiče promovisanje naučnih istraživanja koja zauzvrat omogućavaju da tok rada i rezultati istih budu dostupni javnosti.

Jedan od softvera koji omogućavaju razvoj Web portala i koji ispunjava navedene uslove je Microsoft SharePoint. SharePoint obično predstavlja skraćenicu za Microsoft SharePoint proizvode i tehnologije.

Microsoft SharePoint je kolaborativni softver koji omogućava da se poslovni procesi lakše odvijaju, pojednostavljuje i olakšava pregled poslovnih informacija, omogućava upravljanje sadržajem, pretraživanje i razmenu informacija i dokumenata u Intranet okruženju.

Microsoft SharePoint paket proizvoda omogućava saradnju, razmenu dokumenata kao i sadržaja objavljenih na Internetu a sadrži sledeće aplikacije:

- Microsoft SharePoint Server,
- Microsoft SharePoint Foundation,
- Microsoft Search Server,
- Microsoft SharePoint Designer,
- Microsoft SharePoint Workspace.

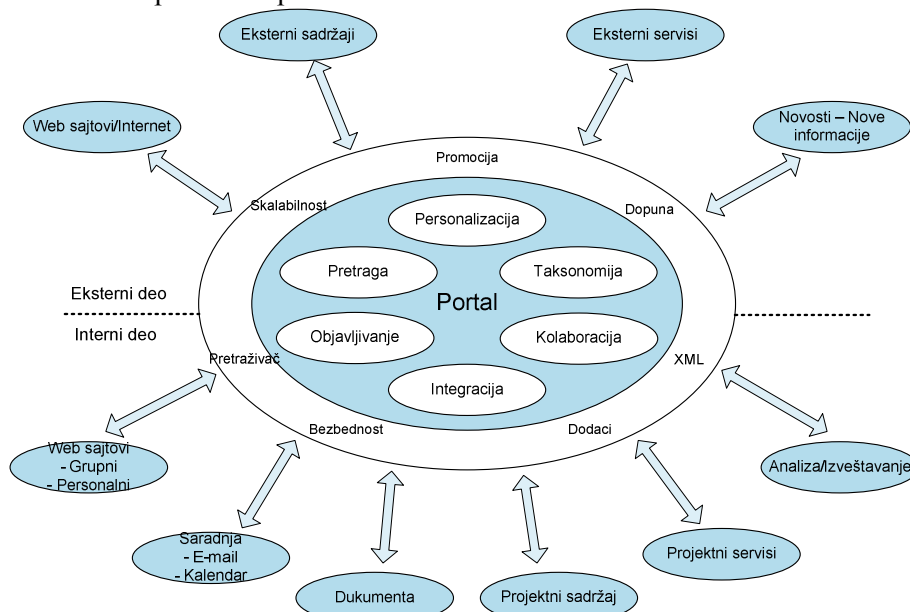
Kao što je slučaj i sa drugim softverskim rešenjima, postoji nekoliko verzija Microsoft SharePoint proizvoda a portal za promociju naučno-istraživačkog projekta razvijen je u Microsoft SharePoint 2010. Pre instalacije Microsoft SharePoint-a, neophodno je obezbediti sledeće zahteve:

- 64-bitni server
- SharePoint Server 2010/SharePoint Foundation 2010
- Windows Server 2008 R2
- SQL Server 2008 ili SQL Server 2005
- hardverski zahtevi (WFE i App Servers)
- 64-bitni procesor, 4 jezgra, minimalno 2.5GHz po jezgru
- RAM: 4GB/8GB

Cilj modela portala, koji je nastao kao podrška naučnim istraživanjima je, omogućiti:

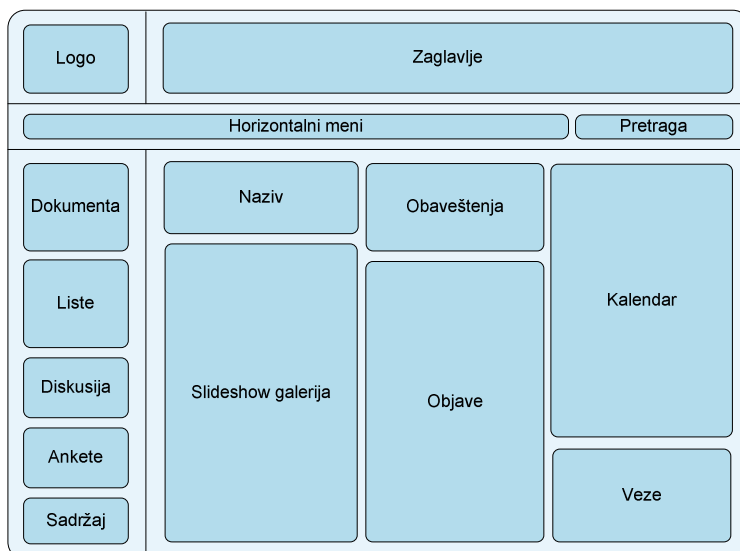
- kvalitetniju saradnja među članovima istraživačkog tima,
- konsolidaciju različitih informacija iz više izvora, kao i doslednost podataka,
- pristup aplikacijama koje bi inače činile posebnu jedinicu,
- popularizaciju i promociju naučnih istraživanja, kao i njihovih rezultata.

Portal za upravljanje projektima razvijen je kao odgovor na zahteve koje je postavio napredak naučnih istraživanja. Portal je dizajniran da korisnicima omogući organizovaniju i jednostavniju razmenu informacija u kolaborativnom okruženju. Sve informacije se čuvaju na veb portalu koji je lako dostupan putem Internet pretraživača. Karakteristike portala su prikazane na slici 1.

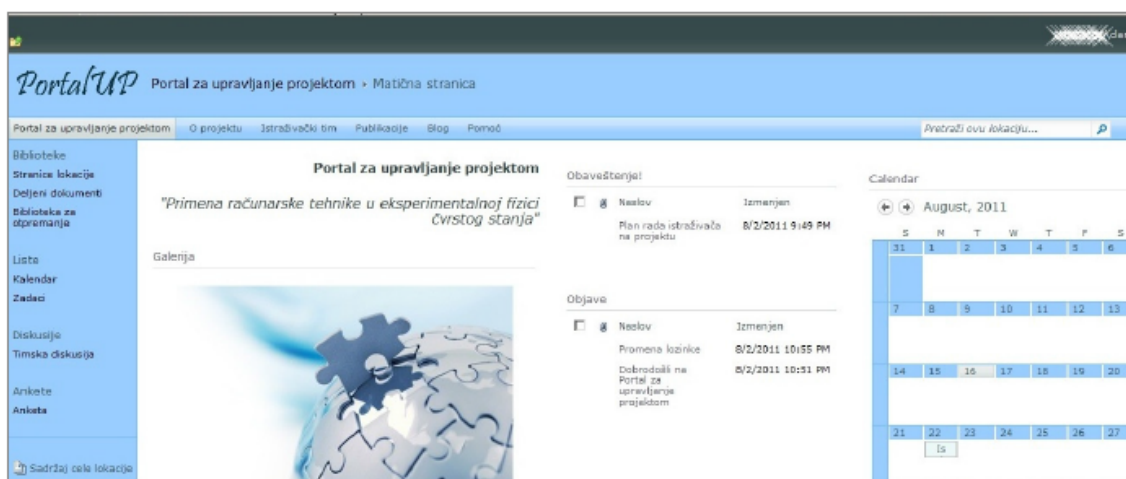


Slika 1: Karakteristike Web portala

Idejno rešenje početne stranice portala prikazano je na slici 2. a izgled početne stranice dat je na slici 3. Projektovan je i dostupan svim korisnicima portala bilo da su oni koordinator, autor ili čitalac. Početna stranica sadrži veze ka drugim sadržajima portala. Logo portala se nalazi u gornjem levom uglu (najvidljiviji deo stranice). Stranica takođe sadrži meni za brzo pokretanje, kao i globalni navigacioni meni za organizovaniju i jednostavniju navigaciju sadržaja portala. Opcija za pretragu koja se nalazi u produžetku globalnog navigacionog menija, takođe omogućava efikasniju pretragu.



Slika 2: Idejno rešenje početne stranice



Slika 3: Početna stranica portala

Svaka stranica portala, uključujući i početnu, sastoji se od zona, koje se sastoje od modula (Webparts). Meni za brzo pokretanje se nalazi u levom delu stranice a može se menjati pomoću Web interfejsa. U ovom slučaju meni za brzo pokretanje sadrži sledeće module:

- biblioteku (stranice, lokacije, deljena dokumenta, biblioteku za otpremanje),
- liste (kalendar, zadaci),
- diskusije (diskusije timova) i
- ankete.

Globalni navigacioni meni nalazi se u gornjem delu stranice i sadrži linkove ka početnoj stranici, stranici za informacije o projektu, stranici istraživačkog tima, stranici za objavljivanje, kao i link za blog i pomoć.

Centralni deo strane podeljen je na tri zone. Prva zona sadrži ime portala, kao i naziv projekta kojim se upravlja. Ovaj segment stranice koristi se kao informacioni punkt za korisnike, a cilj je da probudi njihovo interesovanje. Ova funkcija može biti dodeljena i animiranoj galeriji slika koja nudi zanimljive sadržaje u vidu fotografija koje se tiču projekta, kao i teme u celini. Osim što doprinosi kvalitetu vizuelnog identiteta stranice, moguće je koristiti je kao promotivni alat (slike sa konferencija i sl). Ispod svake slike nalazi se naslov, kao i kratak opis.

Druga zona sadrži najnovije najave, kako od administratora, tako i od drugih korisnika. Najave i obaveštenja su značajni za članove istraživačkog tima. Opcija za objavljivanje sadržaja na portalu u zavisnosti je od uloge koja je dodeljena svakom korisniku. Sem navedenih, osnovnih vrsta korisnika, nove verzije SharePoint-a pružaju mogućnost prilagođavanja uloga korisnika izvan klasične tri grupe. Uloga dodeljena korisniku, postavlja nivo ovlašćenja korisnika, kao i mogućnosti aktivnog učešća u razvoju portala. Mogućnosti se postižu kroz sledeće nivoe dozvola (Klindt *et al.* 2010):

- Full Control - mogućnost potpune kontrole,
- Design - mogućnost pregleda, dodavanja, ažuriranja, brisanja, odobravanja i prilagođavanja,
- Contribute - mogućnost pregleda, dodavanja, ažuriranja, brisanja stavki sa liste i dokumenata,
- Read - mogućnost pregleda stranica i stavki i preuzimanja dokumenta,
- Limited Access - mogućnost pregleda određenih listi, biblioteka dokumenata, stavki sa liste, foldera ili dokumenta za koje je naznačena dozvola,
- View only - mogućnost pregleda stranica, stavki sa liste kao i dokumenata. Dokumenta je moguće pregledati ali ne i preuzeti.

Treća zona sadrži kalendar i link ka eksternim sadržajima. Kalendar događaja igra vitalnu ulogu u promociji naučnih istraživanja. Pored značajnih datuma kao što su zadaci i rokovi za radove kalendar može da se koristi kao podsetnik za konferencije i simpozijume koji će predstaviti rezultate istraživanja. Na taj način informacije o događajima, datumima i lokacijama dostupni su svim korisnicima portala.

Pored navedenih vrsta promocije portal nudi mogućnost promocije i popularizacije rezultata istraživanja putem biblioteke dokumenata. To omogućava brzo i jednostavno pretraživanje sadržaja a u zavisnosti od uloge i dodavanje, izmenu, brisanje i dr. Biblioteka može da sadrži i do nekoliko hiljada dokumenata. Sastoji se od nekoliko različitih fascikli, raspoređenih po tipu, uz mogućnost brisanja ili dodavanja.

Zbog modularne strukture i obrazaca moguće je kreirati neograničen broj podportala brzo i lako. Ukoliko je potrebno, ovi portali mogu da imaju svoje podportale itd. U okviru portala za upravljanje naučno-istraživačkim projektima postavljen je i blog. Jedna od glavnih uloga bloga, upravo je popularizacija naučno-istraživačkog rada. Promotivne aktivnosti se ogledaju u činjenici da prijavljeni korisnici imaju mogućnost deljenja zanimljivih naučnih informacija ostavljajući raspravu dostupnu javnosti.

5. ZAKLJUČAK

U radu, kroz razvoj Web portala, data je mogućnost primene koncepata Internet marketiga u popularizaciji naučno-istraživačkog projekta. Efekti realizacije portala ogledaju se u promociji nauke, rezultata istraživanja i naučno-istraživačkog kadra, kao i popularizaciji naučno-istraživačkog projekta. Sem toga, realizovan portal pospešuje saradnju i komunikaciju između članova istraživačkog tima, pruža mogućnost efikasnijeg upravljanja procesima rada i jednostavniju razmenu informacija. Značajne karakteristike portala su i personalizacija, fleksibilnost, mogućnost objedinjavanja većeg broja aplikacija na jednom mestu i skalabilnost. Pravci budućih istraživanja, biće usmereni ka detaljnijem razvoju modela portala, sa akcentom na razvoj pomenutih modula.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je nastao kao rezultat rada na projektu MNTRS, evidencioni broj 174031.

LITERATURA

- [1] Dacko, S. G. (2008). *The Advanced Dictionary of Marketing: Putting Theory to use*. Oxford: Oxford University Press.
- [2] Imber, J., & Betsy-Ann, T. (2000). *Dictionary of Marketing Terms*. (3rd ed.). New York: Barrons Business Dictionaries.
- [3] Kirby, J., & Marsden, P. (2005). *Connected Marketing: The Viral, Buzz and Word of Mouth Revolution*. Oxford: A Butterworth-Heinemann Title.
- [4] Klindt, T., Young, S., & Caravajal, S. (2010). *Professional SharePoint 2010 Administration*. New York: John Wiley & Sons.
- [5] Mihailović, D. (2004). *Metodologija naučnih istraživanja*. Beograd: Fakultet organizacionih nauka.
- [6] Milosavljević, S., & Radosavljević, I. (1975). *Repetitorijum iz metodologije društvenih nauka*. Beograd: Fakultet političkih nauka.



AFIRMACIJA UČENJA NA DALJINU NA VISOKOŠKOLSKIM INSTITUCIJAMA OSVRT NA PREPORUKE ZA IMPLEMENTACIJU NA EKONOMSKOM FAKULTETU UNIVERZITETA U PRIŠTINI

AFFIRMATION OF DISTANCE LEARNING AT HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS REFERENCE TO THE RECOMMENDATIONS FORM IMPLEMENTATION AT FACULTY OF ECONOMICS OF THE UNIVERSITY OF PRISTINA

JELENA BOŽOVIĆ

Ekonomski fakultet, Kosovska Mitrovica, jelena.bozovic@pr.ac.rs

Rezime: *U funkcionisanju visokoškolskih institucija primena savremene informacione tehnologije kroz implementaciju koncepta učenja na daljinu zavredjuje sve veću pažnju. Osnovne pretpostavke razvoja učenja na daljinu čini potreba za novom formom obrazovanja i primena nove komunikacione tehnologije u nastavi, kao i smanjivanje troškova obrazovanja. U mnogim zemljama to nije etičko pitanje, već je u pojedinim zemljama postalo i ravnopravno tradicionalnom načinu studiranja. Osnovna prednost ovog koncepta jeste jednostavna i brza komunikacija, transparentnost i trenutni prenos podataka na velike udaljenosti, ažuriranje multimedijalnih dokumenta, dostupnost i relevantnost elektronskog nastavnog materijala. Imajući u obzir pozitivno iskustvo visokoškolskih institucija u Srbiji, u ovom radu učinjen je osvrt na osnovne preporuke za implementaciju koncepta učenja na daljinu na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Prištini, kroz definisanje procedura za formiranje opcije učenja na daljinu i uspostavljanje dobre saradnje sa ostalim Univerzitetima. Krajnji cilj ovog predloga jeste priprema studenata za usvajanje znanja preko savremenih informacionih tehnologija i ovladavanje praktičnim veštinama potrebnim za obavljanje svoje profesije.*

Gljučne reči: *Nastavni proces, Softverska podrška, Studiranje na daljinu, Kompetencije studenata, Alati učenja.*

Abstract: *In functioning of higher education institutions the application of modern information technology through the implementation of the distance-learning concept deserves increasing attention. Basic assumptions of the distance learning development are the need for a new form of education and the application of new communication technology in teaching, as well as decrease of education costs. In many countries, this is not an ethical issue, but in some countries, it has become equal to traditional method of studying. Basic advantage of this concept is simple and fast communication, transparency and immediate data transfer at large distances, updating the multimedial documents, accessibility and relevance of electronic teaching material. Taking into account a positive experience of higher education institutions in Serbia, in this paper a reference has been made to the basic recommendations for the distance-learning concept at Faculty of Economics of the University of Priština, through defining the procedures for forming the distance learning option, establishing a good cooperation with the other Universities. The utmost objective of this proposal is to prepare students for acquisition of knowledge through modern information technologies and acquiring practical skills needed to perform their profession.*

Keywords: *Teaching process, Software support, Studying through distance learning, Students' competences, Learning tools.*

1. UVOD

Učenje na daljinu relativno je nova pojava u elektronskom učenju, aktuelna u poslednjih dvadesetak godina.¹ U razvijenim ekonomijama sa razvijenim visokoškolskim ustanovama elektronsko učenje poznatije je kao učenje na daljinu, odnosno "Distance Learning" (u daljem tekstu DL). Danas, elektronsko učenje postaje uobičajena praksa u obrazovnim i naučno obrazovnim institucijama širom sveta. Virtuelne učionice pružaju

¹ Prvi oblici učenja na daljinu svodili su se isključivo na dopisne kurseve. Kompletna korespondencija između mentora i polaznika kursa odvijala se u pisanoj formi, razmenom klasične pošte.

veliki izbor raznovrsnih akreditovanih akademskih kurseva. Od brojnih aktivnosti koje se primenjuju na fakultetima, najznačajnije su sledeće: nastava u učionici i kabinetima podržana računarskim alatima, učenje na daljinu uz pomoć računara, softvera, multimedija, web sadržaja i drugih alata, blended learning, kao kombinovana metoda učenja, web konferencije i akreditovani seminari i stručni seminari u institucijama (u bankama, osiguravajućim institucijama, Udruženju banaka, Narodnoj banci Srbije). Aktivna upotreba informacione tehnologije u svakodnevnim aktivnostima predstavlja dominantnu karakteristiku tzv. milenijumske generacije studenata (U razvijenim privredama, svi rođeni nakon 1981. godine nazivaju se "Generacija Y" ili "Milenijumska generacija"). Dok druge generacije smatraju da se radi o inovativnim tehnologijama, pripadnici ove generacije su u toj meri navikli na inovativne tehnologije tako da ih više zanimaju aktivnosti koje te savremene tehnologije omogućavaju. Nekoliko atributa razlikuju sadašnju generaciju u odnosu na prethodne: Aktivnosti su važnije od znanja, jer aktivnosti imaju prednost nad memorisanjem činjenica; Potreba za neposrednošću informacija, pretpostavlja važnu ulogu nastavnika u upućivanju na pouzdane izvore informacija; Metoda pokušaja i pogrešaka kod rešavanja problema kao kod kompjuterskih igara, gde se rešavaju problemske situacije i donose odluke kroz konstantne pokušaje i poraze (svaki porez pretpostavlja jedno iskustveno učenje); Nizak prag tolerancije za dosadu kao i kratkotrajna pažnja, posledica savremenog načina života, u kojem nema vremena za dugotrajno i temeljno posvećivanje pažnje jednoj aktivnosti; Izvodjenje više zadataka odjednom, kao stil života savremene generacije studenata (na primer slušanje muzike, unos teksta i pisanje); Vizuelni, nelinearni način učenja, kroz razne vizuelne simulacije, što je u suprotnosti sa tradicionalnim stilovima podučavanja nastavnika – isključivo tabla i kreda. Saradničko učenje podrazumeva stil učenja kroz diskusiju i saradnju kroz interakciju, umrežavanje, aktivno učešće i povezivanje bilo kada i bilo gde.[15] Upravo ove specifičnosti treba uključiti u visokoškolsku instituciju kako bi se realizovala savremena nastava, koja pretpostavlja i učenje na daljinu.

2. OSNOVNE PRETPOSTAVKE I PREDNOSTI DL U VISOKOŠKOLSKIM INSTITUCIJAMA

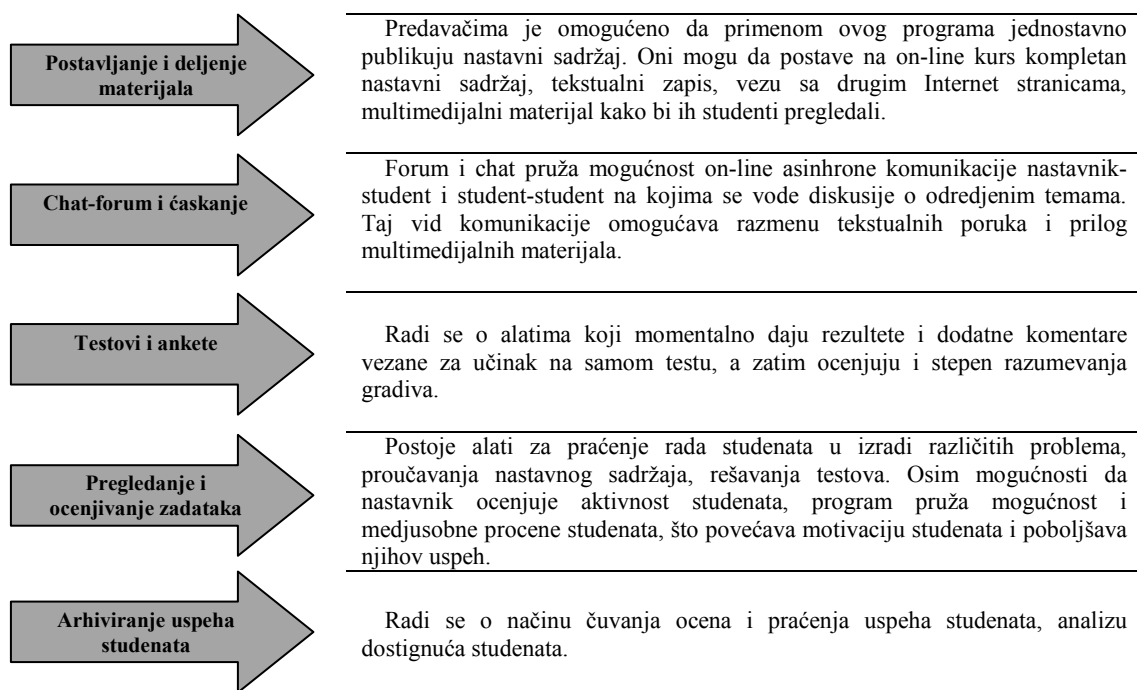
Osnovna pretpostavka razvoja DL proizilazi iz potrebe za novom formom obrazovanja i primenom nove komunikacione tehnologije u nastavi, kao i potrebom za smanjivanje troškova obrazovanja. Glavne prednosti studiranja na daljinu nasuprot tradicionalnom studiranju ogledaju se u većoj fleksibilnosti, većoj mogućnosti za interaktivnu komunikaciju (chat, forum), racionalizaciji troškova (smanjenje troškova vezanih za boravak u mestu studiranja), relativizaciji prostornog ograničenja (izbor studiranja van fizičkih granica matice zemlje), mogućnost da se radi za vreme studiranja nezavisno od mesta studiranja i pružanje mogućnosti i osetljivim grupama za integrisanje na fakultetu u formi razvoja inkluzivne nastave. Zbog specifičnosti učenja na daljinu nastavni materijali moraju biti dizajnirani tako da sadrže informacije i instrukcije koje pomažu učenju. Za postizanje ovih ciljeva primenju se različiti alati učenja. Alati učenja na daljinu dele se na različite načine. Najpoznatija podela je na sinhronu i na asinhronu alate. Sinhroni alati su kanali komunikacije između studenta i nastavnika, kada se komunikacija (učenje) odvija u jednom vremenu. Ova komunikacija je dvosmerna, na poslate poruke odgovor stiže odmah. Asinhroni alati omogućuju komunikaciju i učenje u odvojenoj formi i vremenu. Student obrađuje gradivo, a reakcije nastavnika stižu sa kašnjenjem. (Slika 1.) U obrazovanju prisutne su i kombinovane metode komunikacija.

SINHRONI ALATI
<ul style="list-style-type: none"> • Konsultacije uz pomoć telefona-služi za prenos glasovnih uputstava • Chat room pričaoalice • Shared whiteboard-omogućava studentima da pišu na digitalnoj školskoj table • Predavanje i seminari na Web-u • Video konferencije-služi za prenos audio vizuelnih materijala • Radio emisije (uživo) • TV emisije (uživo)
ASINHRONI ALATI
<ul style="list-style-type: none"> • Digitalni (on-line) nastavni sadržaji • Digitalni (multimedijalni) nastavni sadržaji • E-mail-koristi se za pitanja i diskusije • Web Forum-diskusioni forum ili bulletin board kao najčešći oblik komunikacije na on-line nastavi • Listservis-koristi se za istovremeno slanje nastavnog materijala svim studentima • Test-koristi se za dodeljivanje zadataka • Film-interaktivna video aplikacija

Slika 1: Alati učenja na daljinu

3. OSNOVNE PREPORUKE ZA IMPLEMENTACIJU DL NA EKONOMSKOM FAKULTETU UNIVERZITETA U PRIŠTINI

U Srbiji mali broj fakulteta sprovodi učenje na daljinu, iako su studije na daljinu izjednačene sa tradicionalnim akademskom formom studiranja. Prema odluci Komisije za akreditovanje kada je e-learning u pitanju sprovodi se ADDIE model: (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Jedan od najkorišćenijih sistema za učenje na daljinu je sistem Moodle² (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*).



Slika 2: Mogućnosti primene Moodle sistema za učenje na daljinu

Iskustvo pozitivne prakse u primeni učenja na daljinu postoji na sledećim fakultetima: na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu softversko rešenje Moodle u upotrebi je od 2004. godine. Takođe, Medicinski fakultet Univerziteta u Prištini primenjuje Moodle sistem na mreži akademske zajednice Srbije. Univerzitet Singidunum ima sopstveni sistem za učenje, koji je razvila grupa profesora sa Fakulteta za informatiku i računarstvo. Čak se i prijemni ispiti polažu online, a postoje jasno odvojeno učenje na daljinu (*Distance Learning*) i klasična predavanja uz e-obuku. Fakultet za medije i komunikologiju primenjuje Massive open online course - MOOC model, zasnovan na više interaktivnosti sa više videa i tutorijala.

Glavnu preporuku za implementaciju softverskog rešenja "Moodle" na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Prištini treba tražiti u prednostima njegove primene, a pre svega: radi se o besplatno raspoloživom softveru otvorenog izvornog koda; nije ga teško instalirati; adaptibilan je; pregledan, popularan, sadržinski i vizuelno dobro povezan. Glavne segmente Moodle platforme čini: Moodle software, Moodle uprava - kompanija koja radi na razvoju centralnog dela, jezgra Moodle zajednica - otvorena društvena mreža sa preko milion registrovanih korisnika koji razmenjuju informacije i pružaju jedni drugima besplatnu podršku i Moodle partneri - komercijalni deo Moodle koji obezbeđuje finansijska sredstva kroz program obuke i sertifikacije. Implementacija tog softverskog rešenja je u tome što je na raspolaganju svim nastavnicima, saradnicima i studentima fakulteta (svih departmana) za izvođenje dela nastave online, međusobnu komunikaciju, jednostavnu distribuciju, odnosno preuzimanje nastavnog materijala u elektronskoj formi, lakšu organizaciju nastave, realizaciju različitih provera znanja itd.

U cilju razvijanja potencijalnog partnerstva treba oformiti centar za studiranje na daljinu kroz razvijanje interuniverzitetske saradnje i saradnje sa univerzitetima u drugim zemljama. Partnerstvo na nacionalnom nivou moguće je razvijati sa svim državnim univerzitetima u Srbiji, akreditovanim privatnim univerzitetima, Nacionalnim savetom za visoko obrazovanje i Institutom za ekonomska istraživanja, kao i svim relevantnim institucijama u službi promovisanja nauke. Takođe, partnerstvo treba razvijati i na intrenacionalnom nivou

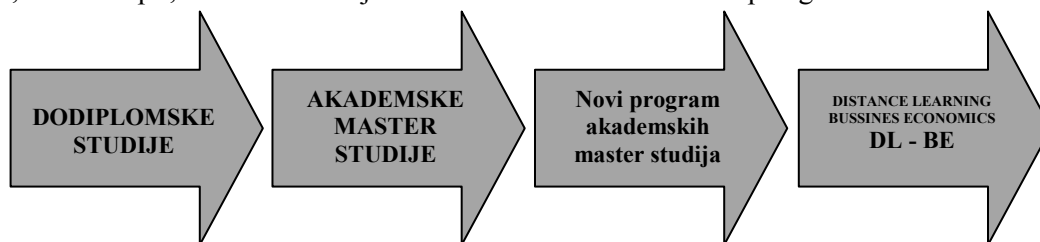
² Kreator ovog programa je Martin Dougiamas iz Australije, a sada ga razvija sve veći broj programera. Detaljnije o tome: <http://moodle.org/>

sa vodećim Univerzitetima iz oblasti ekonomije, menadžmenta i informatike, kao i European Foundation for Quality in eLearning. Od velike važnosti je i potencijalna saradnja sa preduzećima kao što je Microsoft, EUNET, SAP i Cisco.

Politika i plan implementacije DL podrazumeva definisanje procedura za formiranje opcije učenje na daljinu. Proces implementacije DL podrazumeva sledeće:

1. Izgradnja tehničkih kapaciteta za učenje na daljinu;
2. Implementacija softver rešenja za učenje na daljinu;
3. Formulisanje pravila studiranja za učenje na daljinu;
4. Provera znanja kroz testove u zavisnosti od vrste i prirode predmeta.

Na samom početku implementacije koncept DL treba da predstavlja podršku redovnoj nastavi na Ekonomskom fakultetu, dok u kasnijoj fazi treba da preraste u modernizaciju postdiplomskih studija (post graduate study). Za dodiplomske i akademske master studije koncept DL može imati primenu za kategoriju izbornih predmeta, za određeni minimalni broj studenata po predmetu (manje od pet), kao i za jedan deo stručno aplikativnih predmeta i teorijsko metodoloških predmeta. Za novi program akademskih master studija Distance Learning Business Economics (DL-BE), moguće je sve predmete organizovati na DL osnovi, usmeni ispit, kao i usmenu i javnu odbranu master rada treba polagati na fakultetu.



Slika 3: DL učenje prema nivoima studiranja

U fazi implementacije koncepta DL treba usvojiti mogućnost nadogradnje softvera za daljinsko učenje u cilju edukacije za različite kategorije osoba sa invaliditetom i povećanje svesti o potrebi da se razvijaju komunikacioni sistemi koji omogućavaju slepim i slabovidim studentima da potpuno i ravnopravno učestvuju u nastavnim aktivnostima. Ne treba izgubiti iz vida potrebno vreme i dodatne troškove da se računarsko generisanje govora, pretvaranje teksta u govor i automatsko prepoznavanje govora prilagode potrebama pojedinih kategorija osoba sa invaliditetom.

Politika i plan implementacije koncepta DL predpostavlja i ispunjavanje obaveza zaposlenih u svim službama na Ekonomskom fakultetu i to: Uspostavljanje i održavanje web sajta na nacionalnom i engleskom jeziku; Objavljanje godišnjeg plana rada Ekonomskog fakulteta (nastavna delatnost u zimskom i letnjem semestru, ispitni rokovi, overa semestra, neradni dani...); Objavljanje nastavnih sadržaja na Web sajtu fakulteta, sa mogućnošću povezivanja (linkovanja) pojedinaca i grupe; Formiranje On-line Foruma za studente u cilju razmene mišljenja, javnih rasprava; Formiranje On-line Oglasne table za komunikaciju sa nastavnikom; Formiranje On-line Konsultacije sa studentima; Formiranje On-line Seminarskih radova za odbranu; Formiranje On-line Preliminarno ocenjivanje; Formiranje On-line Arhiviranje sadržaja; Organizovanje radionica u smislu modeliranja ekonomskih procesa i situacija i Saradnja sa preduzećima i finansijskim institucijama. Kao doprinos prenošenju znanja elektronskim načinom komunikacije treba definisati obuku nastavnog i vannastavnog osoblja, kao i uvođenje sistema za praćenje statusa studenata.

U studentskoj službi prilikom upisa na fakultet svaki student treba da dobije svoj lični poziv na broj (Poziv na broj se ne menja prilikom upisa master i doktorskih studija), koji će koristiti za sve uplate tokom studiranja: prijava ispita, kolokvijuma, seminarskih i završnih radova. U službi biblioteke treba definisati i formulirati uputstvo za pristup bibliotečkom sistemu i korisničke naloge. U skriptarnici treba elektronski formulirati listu izdanja, ažurirati podatke o prodajnoj ceni i raspoloživoj količini publikacija.

Svoje obaveze nastavnici mogu definisati i formulirati u zavisnosti od Kalendra nastavnih aktivnosti. Najvažnije obaveze nastavnika odnose se na pripremu: studijskih materijala u vidu Power Point prezentacija uz obavezni spisak literature; PDF materijal za učenje-knige, skripte; Tutorijal za vežbe; Audio i video zapis; Simulacije; Virtuelna stvarnost; Testovi i kvizovi; Raspored odbrane seminarskih radova; Raspored odbrane završnih radova; Raspored odbrane master radova i Virtuelne konsultacije sa studentima.

Koncept DL omogućava studentima dostupnost sledećih odrednica: Uputstvo za web dizajniranu on-line aplikaciju sistema; Relevantnost i dostupnost kompletnih instrukcija gde god postoji pristup Internetu; Pravila školovanja za DL polaznike; Username i Password za pristup DL; On line testiranje; Uputstvo za izradu seminarskih radova; Unificirano uputstvo za citiranje i referenciranje; Unificirano uputstvo za pisanje

seminarskog rada; Unificirano uputstvo za pisanje završnog rada; Unificirano uputstvo za pisanje master i doktorskog rada.

Kompetencije studenata treba usmeravati u pravcu razvoja kritičkog mišljenja i primene znanja u koncipiranju, projektovanju i rešavanju problema iz poslovne ekonomije. Nakon uspešno savladanih veština i metoda istraživanja, studenti treba da budu osposobljeni za samostalno rešavanje praktičnih i teorijskih problema u poslovnom sistemu. Treba ih naučiti da poštuju principe etičkog kodeksa i dobre naučne prakse, kao i da deluju kreativno i nezavisno. Takođe, od studenata se očekuje da doprinose razvoju naučne discipline i nauke uopšte, kroz njihovu osposobljenost da naučno-istraživačke rezultate saopštavaju na naučnim konferencijama, objavljuju u naučnim časopisima i verifikuju ih kroz nova problemska rešenja.

5. ZAKLJUČAK

Implementacija sistema učenja na daljinu na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Prištini podrazumeva upis studenata u DL-BE sistem i formiranje DL paketa (pravila studiranja, materijali za studiranje i uputstava za korišćenje DS-BE), razvijanje odnosa na relaciji student-nastavnik (proveru znanja i on-line konsultacije) i arhiviranje podataka po predmetu (zaključavanje podataka bez mogućnosti izmene). Pre konačne implementacije koncepta DL neophodno je izvršiti istraživanje podataka o stanju i postojećim uslovima primene informacione tehnologije i učenja na daljinu. Kao metod istraživanja intresnih grupa polaznika treba sprovesti anketu. Anketom treba definisati interesne grupe polaznika: redovni studenti, zaposlena lica bez mogućnosti da redovno pohađaju nastavu i osobe sa specifičnim potrebama. Prednost treba dati licima koja su geografski udaljena od univerzitetskog centra. U krajnjoj instanci, virtuelna mobilnost studenata znači alternativu za sve studente koji nisu u mogućnosti da se uključe u program fizičke mobilnosti studiranja.

Nakon izvršene analize pokazatelja učenja na daljinu, treba izvršiti uskladjivanje normativnih akata sa evropskom praksom i standardima učenja na daljinu vodeći računa o preporukama i iskustvima vodećih svetskih institucija i organizacija koje propisuju određene standarde i sistem kvaliteta prilikom izvodjenja nastave na daljinu, odnosno ispoštovati evropsku dimenziju programa s aspekta usvajanja aktuelnih i inovativnih znanja i definisati tehničku podršku uskladjenosti sa evropskim praksama i standardima. U tom smislu treba izgraditi multimedijalnu i interaktivnu DL platformu (učenje, testiranje, komuniciranje, statistika i izveštaji). Studijski program treba formalno i strukturno uskladiti sa utvrdjenim predmetno specifičnim standardima za akreditaciju u pogledu upisa, trajanja studija, uslova prelaska u narednu diploma, sticanja diplome i načina studiranja. U postupku implementacije sistema DL napor treba usmeriti ka prevazilaženju ključnih nedostataka: s aspekta motivacije treba izgradjivati ključne navike studenata; s aspekta izolacije ovim načinom studiranja studenti ne smeju biti izolovani; nedostatak kompjuterske pismenosti može se prevazići dodatnom obukom i kursevima.

Glavni cilj implementacije koncepta DL jeste proširiti metodologiju učenja na daljinu na Ekonomskom fakultetu putem Interneta. Uvodjenje koncepta DL podrazumeva poboljšanje primene i usaglašavanje standarda za akreditaciju i procedure studijskih programa na nacionalnom nivou i sa zemljama Zapadnog Balkana. Poboljšanje kvaliteta i relevantnosti znanja i veština moguće je realizovati kroz dostavljanje informacija i uputstava na daljinu *–on line*. Adaptibilnost društvenim promenama podrazumeva obrazovanje kadrova koji će imati zavidan nivo znanja kako bi se uključili u savremene tokove poslovanja uz poštovanje etičkog kodeksa i vrednosti, poštovanje individualnosti i uvažavanje različitosti. Misija implementacije koncepta DL podrazumeva uspostavljanje dobre saradnje sa predstavnicima za e-učenje na fakultetima u okviru Univerziteta i širenje saradnje sa ostalim Univerzitetima u van/nacionalnim granicama zemlje. Vizija koncepta DL podrazumeva kompletnu integraciju u okvirima nastavno naučnog obrazovanja unutar Evropske unije; modernizaciju obrazovnog okruženja i razvoj naučnih i istraživačkih standarda, kao i kvalitetno studiranje u cilju društvenog i privrednog oporavka i razvoja Srbije.

LITERATURA

- [1] Bates, T. (2011). 2011 Outlook for online learning and distance education. Sudbury, ON : Contact North. Retrieved from <http://provost.ncsu.edu/governance/task-forces/distance-education/2011/documents/2011-outlook-for-online-learning-and-de.pdf>
- [2] Bulajić, N. (1990). Motivacija za učenje. Beograd: Vojnoizdavački i novinski centar.
- [3] Budimir-Ninković G. (2007) Savremena obrazovna tehnologija i funkcije nastavnika, Zbornik radova 4. Međunarodnog naučnog skupa Tehnologija, Informatika, Obrazovanje- za društvo učenja i znanja
- [4] European Commission (2000), Memorandum on Lifelong Learning.
- [5] Fiege, K., & Wilde, R. (2011). Supporting students in distributed learning: An eToolkit. Retrieved from eCampus Alberta Web site: <http://etoolkit.ecampusalberta.ca/>

- [6] Glušac, D., Takač, M., Namestovski, T. (2011). Aspekti usvajanja informatičkih pojmova i usavršavanje informatičkih veština kod odraslih osoba. *Nastava i učenje-stanje i problemi*, Univerzitet u Kragujevcu, Učiteljski fakultet u Užicu.
- [7] Jahng, N. (2012). An investigation of collaboration processes in an online course: How do small groups develop over time? *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 13(4), 1–18. Retrieved from <http://www.irrodl.org>
- [8] Jones, C. (2012). The new shape of the student. In R. Huang & J. Spector (Eds). *Reshaping learning - The frontiers of learning technologies in global context*. New Frontiers of Educational Research. New York: Springer.
- [9] Moore, J.L., Dickson-Deane, C., & Galyen, K. (2011). e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same? *Internet and Higher Education*, 14(2), 129-135. Retrieved from <https://scholar.vt.edu/access/content/group/5deb92b5-10f3-49db-adeb-7294847f1ebc/e-Learning%20Scott%20Midkiff.pdf>
- [10] Moodle sistem za učenje na daljinu. Dostupno na: <http://moodle.org/>
- [11] Parker, K., Lenhart, A., & Moore, K. (2011). The digital revolution and higher education: College presidents, public differ on value of online learning. Retrieved from the Pew Research Center Web site: <http://www.pewinternet.org/~media/Files/Reports/2011/PIP-Online-Learning.pdf>
- [12] Salajan, F. D., Schönwetter, D. J., & Cleghorn, B. M. (2010). Student and faculty intergenerational digital divide: Fact or fiction? *Computers & Education*, 55(3), 1393-1403.
- [13] Stanković, Ž. (2006). Razvoj tehnologije učenja na daljinu, *Nastava i vaspitanje*, vol. 55, br. 2.
- [14] Stepanovna-Sidenko A., (2006). O inovacionim i tradicionalnim modelima nastavnog procesa, *Nastava i vaspitanje*, vol. 55, br. 2, sr. 109-121.
- [15] Schofield, P.C., Honore S., (2009). Generation Y and learning, 360, the Ashridge Journal , Winter edition
- [16] Tapscott, D. (1998). *Growing Up Digital*. McGraw-Hill, New York.
- [17] Walstad, W. B., A. H. Fender, J. Fletcher, W. Edwards., (1998). Using technology for teaching economics (269–85); y W. B. Walstad, P. Saunders (prir.): *Teaching undergraduate economics*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- [18] Wood, D. (2011). A policy development toolkit for online learning. Retrieved from the eCampus Alberta Web site: http://www.ecampusalberta.ca/files/Toolkit-Policy_Development.pdf



AKTERI I ULOGE U PROCESU DALJINSKOG UPRAVLJANJA ŽIVOTNIM CIKLUSOM NFC SERVISIA

ACTORS AND ROLES IN PROCESS OF REMOTE MANAGEMENT OF NFC SERVICE LIFE CYCLE

BORKO LEPOJEVIĆ

Ministarstvo odbrane, Beograd, borko.lepojevic@mod.gov.rs

Rezime: Ovaj rad prikazuje aktere, kao i njima pridružene odgovornosti (uloge), u procesu daljinskog (eng. *Over The Air*) upravljanja servisima koji se baziraju na NFC (eng. *Near Field Communication*) tehnologiji. Kroz prikaz entiteta u upravljačkom procesu, rad prikazuje poslovne i tehničke zakonitosti koje uređuju okruženje u kome se realizuju NFC servisi.

Ključne reči: *Near Field Communication, Trusted Service Manager, Secure element, Over the air*

Abstract: This work gives preview of actors, as well as their responsibilities (roles), in process of remote (*Over The Air*) management of services based on NFC (*Near Field Communication*) technology. Through describing participating entities in management process, the paper presents business and technical principles that govern the environment where NFC services take place.

Keywords: *Near Field Communication, Trusted Service Manager, Secure element, Over the air*

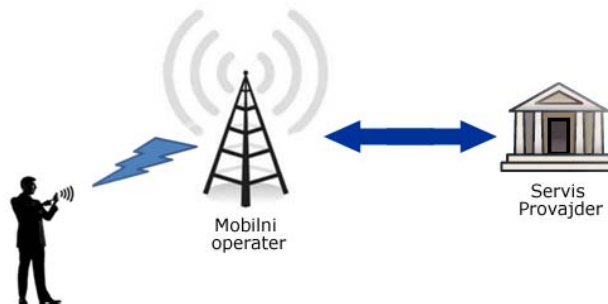
1. UVOD

NFC (eng. *Near Field Communication*) predstavlja tehnologiju bežičnog prenosa podataka na malim odstojanjima (od svega nekoliko centimetara). Ova tehnologija namenjena je integraciji u mobilne uređaje, sa ciljem da mobilnom uređaju omogući komunikaciju sa okruženjem, pa tako NFC mobilni telefon može da zameni platnu karticu, karticu za prevoz, karticu za pristup objektu ili vozilu, kartu za pozorište ili utakmicu, itd. Za realizaciju bezbednosno osetljivih servisa, kao što su beskontaktno plaćanje ili autentifikacija, potrebno je da telefon, pored NFC čipa, poseduje u sebi i smart karticu, koja se u literaturi naziva sigurnosni element (eng. *Secure Element - SE*), a koji služi za čuvanje i izvršavanje bezbednosno osetljivih podataka i aplikacija (Global Platform 2011 i 2009). Integracija smart kartice u mobilni uređaj otvara mogućnost daljinskog upravljanja kartičnim sadržajem (aplikacijama u sigurnosnom elementu) daljinskim putem – korišćenjem mreže mobilne telefonije, tzv. OTA (eng. *Over The Air*) platforme.

Daljinko upravljanje životnim ciklusom aplikacija na sigurnosnom elementu, povlači mnoge prednosti, kako za krajnjeg korisnika, tako i za servis provajdera. Posmatrano sa stanovišta krajnjeg korisnika, nema potrebe za odlazak u predstavništvo servis provajdera (organa državne uprave, banke, itd) kako bi se dobila smart kartica za korišćenje neke usluge. Aplikacije, koje se u tradicionalnim kartičarskim sistemima smeštaju na smart karticu (a zatim se kartica izdaje krajnjem korisniku), daljinski se učitavaju na sigurnosni element u mobilnom telefonu krajnjeg korisnika. Samim tim, prestaje potreba za izdavanjem plastičnih smart kartica, što predstavlja benefit za servis provajdera. Takođe, servis provajder može daljinski upravljati životnim ciklusom aplikacije na sigurnosnom elementu u mobilnom uređaju dok god je korisnik dostupan na mobilnoj mreži – može personalizovati aplikaciju, privremeno ili trajno onemogućiti njeno korišćenje, nadograditi je, ili je deinstalirati – čime se znatno povećava fleksibilnost upravljanja, što predstavlja značajan doprinos kako za korisnika tako i za servis provajdera. Dakle, za razliku od postojećih sistema platnih kartica, u kojima je kartica „on-line“ samo kada je korisnik ubaci u čitač (npr. bankomat), kod daljinskog upravljanja sigurnosnim elementom, aplikacija na kartici je dostupna 24 časa - 7 dana u nedelji, odnosno sve dok je korisnik dostupan u mobilnoj mreži (Slika 1).

Upravljački proces, sa druge strane, otvara mnoga bezbednosna pitanja, kao i tehničke i poslovne izazove. U tradicionalnim sistemima baziranim na smart karticama, proces personalizacije kartice odvijao se u zatvorenim sistemima (tzv. personalizacionim biroima, koji su najčešće bili pod kontrolom servis provajdera), i prethodio je izdavanju kartice. Takođe, u tradicionalnim kartičarskim sistemima, najčešće je

izdavana kartica koja sadrži samo jednu aplikaciju, od jednog servis provajdera. Nasuprot tome, u sigurnosnom elementu mobilnog telefona, smešteno je više aplikacija različitih servis provajdera, pri čemu je proces izdavanja sigurnosnog elementa prethodio procesu personalizacije. Takođe, otvaraju se pitanja definisanja poslovnih relacija između entiteta koji učestvuju u upravljačkom procesu, kao što su zakup resursa na sigurnosnom elementu, vlasništvo nad samim sigurnosnim elementom, provizije od usluge, odnosa sa krajnjim korisnikom, itd.



Slika 1: Koncept „uvek dostupnog korisnika“ (Lepojević, Simić 2012)

2. DALJINSKI UPRAVLJAČKI PROCES

U procesu daljinskog upravljanja sadržajem sigurnosnog elementa učestvuju različiti entiteti. Npr, pretpostavimo da korisnik želi da mu se omogući usluga beskontaktnog plaćanja pomoću mobilnog telefona u ulozu platne kartice. Da bi se udovoljnilo korisnikovom zahtevu, potrebno je proći proces koji se sastoji iz sledećih faza (Global Platform 2013):

Prva faza: Provera mobilnog okruženja

Neophodno je da servis provajder (u ovom slučaju banka) proveri ispunjenost uslova za korišćenje NFC platnog servisa. Prvo je potrebno proveriti da li korisnikov mobilni telefon podržava NFC tehnologiju? Ako podržava, poseduje li sigurnosni element? Ako telefon ima sigurnosni element, o kojoj vrsti sigurnosnog elementa je reč (SIM, mikro SD ili integrisan SE) i postoje li tehnički preduslovi da se na isti instalira platna aplikacija (da li je sigurnosni element EMV¹ sertifikovan, postoji li dovoljno raspoloživih resursa na SE, u smislu slobodne memorije, itd). Banka ne poseduje ove podatke, već ih mora zatražiti od jednog ili više drugih entiteta.

Druga faza: Izmena stanja aplikacije na sigurnosnom elementu

Ukoliko je prva faza uspešno realizovana, može se zaključiti da mobilno okruženje ispunjava tehničke mogućnosti za uspostavu servisa, pa se može preći na drugu fazu, u kojoj je potrebno dopremiti platnu aplikaciju na SE u mobilnom telefonu korisnika, a zatim je instalirati. Banka i u ovom slučaju ne može ovu operaciju realizovati samostalno već mora zatražiti realizaciju od drugog entiteta koji može komunicirati sa SE bežičnim putem (npr. mobilnog operatera). Važno je napomenuti da banka mora imati poverenje u taj drugi entitet, u smislu pouzdane isporuke i instaliranja platne aplikacije.

Treća faza: Personalizacija

U trećoj fazi je neophodno generisati odgovarajuće personalizacione podatke i smestiti ih u aplikaciju instaliranu u prethodnoj fazi. Personalizacija je, u bezbednosnom smislu, vrlo osetljiva aktivnost. Kompromitovanje personalizacionih podataka, otvorilo bi mogućnost zloupotrebe, pa je potrebno definisati pouzdan način na koji se personalizacija realizuje. Kao i u prethodnoj fazi, banka se, u realizaciji procesa personalizacije, mora osloniti na jedan ili više spoljnih entiteta, pa je uspostavljanje poverenja sa istima od velike važnosti.

Četvrta faza: Izmena stanja aplikacije korisničkog interfejsa

Ukoliko NFC servis ima aplikativnu komponentu koja se odnosi na korisnički interfejs, u ovoj fazi je potrebno instalirati aplikaciju korisničkog interfejsa.

Ono što se može zaključiti iz prethodnog primera jeste da je za daljinsko upravljanje životnim ciklusom NFC servisa potrebno uspostaviti saradnju i poverenje između više entiteta. U narednom poglavlju biće

¹ EMV (Europay, VISA, MasterCard) predstavlja set standarda koji imaju za cilj da obezbede sigurnost i interoperabilnost u oblasti upotrebe smart kartica za realizaciju finansijskih usluga.

prikazani entiteti (akteri) koji učestvuju u upravljačkom procesu, kao i njima pridružene odgovornosti (uloge). U NFC ekosistemu postoji više različitih aktera, pri čemu svakom akteru može biti pridružena jedna ili više uloga. Takođe, više različitih aktera može imati jednu ulogu. Akter je fizički entitet, dok uloga pridružena akteru predstavlja skup atributa koji opisuju ponašanje i oblast odgovornosti aktera u ekosistemu.

3. AKTERI

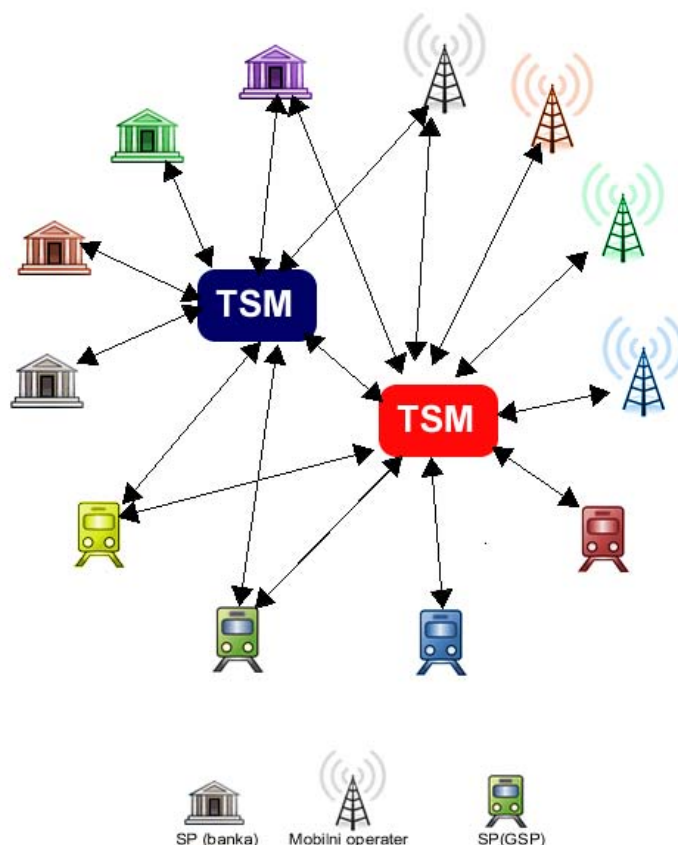
Primeri aktera su mobilni operateri, banke, preduzeća za javni transport, korisnici mobilnih telefona, proizvođači integralnih kola, NFC čipova i sigurnosnih elemenata, proizvođači mobilnih telefona, kompanije koje razvijaju aplikacije za mobilne telefone, maloprodajni objekti, hoteli, predstavnici automobilske industrije itd. U ovom radu akcentat je na akterima koji imaju važnu ulogu u upravljanju sigurnosnim elementom, a to su (Global Platform 2009 i Lepojević 2012):

Provajder sigurnosnog elementa (eng. *SE Provider*) – Entitet koji predstavlja provajdera, ujedno i vlasnika, sigurnosnog elementa.

Servis provajder (eng. *Service Provider – SP*) – Entitet koji krajnjem korisniku nudi NFC servis, odnosno koristi NFC tehnologiju kako bi uslugu koje pruža učinio efikasnijom. Primeri servis provajdera su organi državne uprave (MUP, Ministarstvo odbrane, Ministarstvo zdravlja, itd), banke, preduzeća za javni transport, hoteli, maloprodajni lanci itd.

Mobilni operater (eng. *Mobile Network Operator – MNO*) – Operateri mobilne mreže su telekomunikacione firme koje obezbeđuju uslove za korišćenje komunikacionih i drugih servisa putem mobilnih uređaja (mobilnih telefona). Važna karakteristika MNO je da obezbeđuju OTA komunikacioni kanal – bežičnu platformu za upravljanje sigurnosnim elementom – koja je zapravo postojeća infrastruktura namenjena mobilnoj telefoniji, koja, u kontekstu primene NFC tehnologije, ima pridodatu funkciju upravljanja životnim ciklusom aplikacija na SE.

Menadžer pouzdanih usluga (eng. *Trusted Service Manager – TSM*) – TSM predstavlja treću stranu od poverenja (eng. *Trusted Third Party – TTP*), odnosno posrednika između glavnih aktera u sistemu: MNO i SP. Koncept TSM uveden je od GSMA kao rešenje za uspostavljanje poverenja i saradnje između MNO i SP. Na slici 2 ilustrovan je koncept TSM.



Slika 2: TSM u NFC ekosistemu (GSM Association 2007 i Global Platform 2009)

TSM ima ulogu da (GSM Association 2007):

- omogućiti SP jedinstvenu tačku pristupa njihovim korisnicima preko MNO
- infrastrukture,
- upravlja sigurnim preuzimanjem i životnim ciklusom NFC aplikacija u ime SP koje zastupa.

TSM mora da ispuni sledeće uslove (GSM Association 2007):

- mora biti u stanju da uspostavi saradnju i pruži podršku velikom broju partnera,
- mora imati dobru poslovnu reputaciju kada je u pitanju sigurno upravljanje servisima,
- mora biti prepoznat kao partner od poverenja u ekosistemu.

U NFC ekosistemu može postojati jedan ili više TSM-ova, pri čemu je druga varijanta verovatnija. Na primer, funkciju TSM može obavljati jedan MNO ili konzorcijum koji predstavlja više MNO. Poželjno je da TSM ima sopstvenu OTA platformu.

Kontrolni autoritet (eng. Controlling Authority – CA) – Entitet koji predstavlja „stranu od poverenja” na sigurnosnom elementu. Zadužen je za poverljivo upravljanje sadržajem sigurnosnog elementa (eng. *Confidential Card Content Management – CCCM*), odnosno proces učitavanja seta inicijalnih ključeva suplementarnih sigurnosnih domena (SSD) (Global Platform 2009). Takođe, CA je zadužen za kontrolu posebnog sigurnosnog domena koji omogućava određenom akteru da digitalno potpiše aplikacioni kod pre učitavanja na sigurnosni element. Ovaj akter jeste jedna od novina koju NFC tehnologija donosi sa sobom i nije postojao u sistemima standardnih smart kartica. CA se u određenoj literaturi (Global Platform 2013 i 2009) pojavljuje pod nazivom CKLA (eng. *Confidential Keys Loading Authority*), što znači „autoritet za pouzdano učitavanje ključeva“, čime se želi naglasiti uloga ovog entiteta.

5. ULOGE

Karakteristične uloge u NFC ekosistemu, sa aspekta upravljanja životnim ciklusom SE i NFC servisa, jesu (Global Platform 2013 i Lepojević 2012):

Provajder aplikacije (eng. Application Provider– AP)

Obezbeđuje sve neophodne komponente za učitavanje aplikacije na sigurnosni element (kod, podatke, ključeve i/ili sertifikate itd). AP ima uspostavljen poslovni odnos sa krajnjim korisnikom (eng. *Card Holder*-om).

Izdavač sigurnosnog elementa (eng. Secure Element Issuer)

Izdaje sigurnosni element korisniku. U zavisnosti od modela ekosistema, može biti jedini entitet koji ima prava učitavanja, personalizacije, instalacije i brisanja aplikacija ili ta prava može delegirati trećoj strani. Odgovoran je za sigurno upravljanje procesima koji prethode izdavanju SE, kao i mnogim procesima koji slede izdavanju SE, kao što je potpuno deaktiviranje sigurnosnog elementa. SE Issuer je odgovoran za specifičan sigurnosni domen koji se naziva Issuer Security Domain (ISD).

Menadžer sigurnosnog domena (eng. Security Domain Manager – SDM)

Uloga čija je odgovornost upravljanje jednim ili više sigurnosnih domena na SE. Sadrži ključeve za uspostavljanje sigurne komunikacije sa domenima iz svoje nadležnosti, tačnije ključeve za uspostavljanje SCP protokola (SCP 80 i/ili SCP02) (Global Platform 2009). SDM može imati nadležnosti (privilegije) učitavanja, instaliranja i personalizacije aplikacije u ime odgovarajućeg AP ili SEI. U slučaju da nema dovoljno privilegija ili da nema sopstvenu OTA platformu, SDM može tražiti uslugu izvršavanja odgovarajućih operacija koje se tiču upravljanja sadržajem sigurnosnog elementa (eng. *Card Content Management – CCM*) od drugog SDM koji ima odgovarajuće nadležnosti, odnosno OTA komunikacioni kanal. SDM može obavljati CCM operacije u korist drugog SDM ili može imati ulogu OTA provajdera za AP (u cilju personalizacije) ili drugi SDM. SDM je uloga koju u NFC ekosistemu najčešće igra više aktera, odnosno uloga koja se pojavljuje u više instanci. Na primer, jedan SDM može imati upravljačke nadležnosti nad sigurnosnim domenom izdavača sigurnosnog elementa (ovaj SD se označava kao ISD – eng. *Issuer Security Domain*) i taj SDM se označava sa ISD SDM, dok drugi SDM može imati nadležnosti nad jednim ili više sigurnosnih domena određenog TSM (TSM SDM) (Global Platform 2013, 2011 i 2009).

Registar uređaja i mobilnih pretplata (eng. Device and Mobile Subscription Registrar – DMSR)

DMSR ima sledeće nadležnosti:

- proverava tehničku i poslovnu podobnost vezanu za odgovarajuću mobilnu pretplatu za korišćenje NFC servisa (npr. proverava da li odgovarajuća mobilna pretplata omogućava korišćenje NFC servisa - poslovna podobnost - odnosno funkcionalnost

- odgovarajućeg kanala za prenos podataka - tehnička podobnost)
- ima ulogu registra uređaja, odnosno čuva i prati promene asocijacija između uređaja, sigurnosnog elementa koji se u tom uređaju koristi i mobilne pretplate vezane za korisnika koji koristi taj uređaj i pridruženi SE,
 - identifikuje i opisuje mogućnosti mobilnog uređaja.

Kontrolni autoritet (eng. *Controlling Authority – CA*) – Uloga zadužena za primenu sigurnosne polise u višeakterskom okruženju sigurnosnog elementa (Global Platform 2009).

6. ZAKLJUČAK

Daljinsko upravljanje sigurnosnim elementom korišćenjem OTA platforme mobilnih operatera zasniva se na interakcijama određenih entiteta, pri čemu svaki entitet ima odgovarajuće mesto i funkciju u upravljačkom procesu. Imajući u vidu da se radi o složenom i bezbednosno osetljivom procesu, potrebno je precizno definisati aktere NFC ekosistema, kao i njima pridružene odgovornosti – uloge, pri čemu bi trebalo uvažiti kako poslovne interese, tako i tehničke specifičnosti interesnih strana.

Identifikacija ključnih činilaca okruženja i opis njihovih zona odgovornosti, jesu preduslov za uspešno projektovanje slučajeva korišćenja u upravljačkom procesu, čime se povećava verovatnoća uspešne implementacije NFC ekosistema u praksi.

7. LITERATURA

- [1] Global Platform (2013). Messaging Specification for Management of Mobile – NFC Services, Version 1.1
- [2] Global Platform. (2009). Secure Element Management and Messaging White Paper
- [3] Global Platform. (2011). Trusted Execution Environment: Delivering Enhanced Security at a Lower Cost to the Mobile Market
- [4] GSM Association. (2007). Mobile NFC Services – Version 1.0
- [5] Lepojević B. Upravljanje sigurnosnim elementom u sistemima zasnovanim na NFC tehnologiji, Magistarska teza, Fakultet organizacionih nauka, 2012.
- [6] Lepojević B., Simić D. Koncept „uvek dostupnog korisnika“ u sistemima baziranim na NFC tehnologiji, SYMOPIS 2012, Tara.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Energetika



PERSPEKTIVE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U SRBIJI - OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE I KOGENERACIJA

PERSPECTIVES OF ENERGY EFFICIENCY IN SERBIA - RENEWABLE ENERGY SOURCES AND COGENERATION

MILOŠ PAREŽANIN¹, DRAGANA KRAGULJ²

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, milos.parezanin@fon.bg.ac.rs

² Fakultet organizacionih nauka, Beograd, kragulj@fon.bg.ac.rs

Rezime: Energetski sektor Republike Srbije karakteriše niska efikasnost. Sa druge strane, prisutan je rastući trend potrošnje energije u domaćinstvima i u sektoru privrede. Obnovljivi izvori energije i kogeneracija se javljaju kao mogući način za poboljšanje energetske efikasnosti u Srbiji. U ovom radu razmatra se kapacitet i primena obnovljivih izvora energije u proizvodnji energije. Sagledava se dokle se stiglo sa razvojem kogeneracije i njen potencijal za dalju primenu u Srbiji. Kako bi se povećala energetska efikasnost razvijeni su različiti instrumenti podsticaja u ovoj oblasti.

Ključne reči: obnovljivi izvori energije, kogeneracija, energetska efikasnost, R. Srbija.

Abstract: The energy sector of the Republic of Serbia is characterized by low efficiency. On the other hand, there is a growing trend of energy consumption in households and the corporate sector. Renewable energy and cogeneration occur as a possible way to improve energy efficiency in Serbia. In this paper is considered the capacity and use of renewable energy production. The paper presents the progress in the development of cogeneration and its potential for future applications in the Serbia. To increase the energy efficiency of different incentive instruments have been developed in this area.

Keywords: Renewable Energy, Cogeneration, Energy Efficiency, Serbia.

1. UVOD

Energija je značajan faktor za ekonomski razvoj i društveni prosperitet zemalja. Nedostatak fosilne energije i njen uticaj na zagađenje životne sredine doveli su do protivrečnosti između snabdevanja energijom, zaštite životne sredine i ekonomskog razvoja. Prema ekonomskoj teoriji postoji snažna veza između upotrebe energije i ekonomske aktivnosti, jer je energija zajedno sa kapitalom i radnom snagom proizvodni faktor koji je glavni pokretač ekonomskog rasta (Kemmler and Spreng, 2007). Potrošnja električne energije raste u većem obimu od rasta svetske populacije. Zbog toga upotreba obnovljivih izvora energije (OIE) kao što su sunce, vetar, hidroenergija, biomasa i geotermalne vode predstavlja snabdevanje energijom na održiv način. Njihova velika prednost je što su to primarni izvori energije iz domaćih izvora, a takođe su čist i neiscrpan oblik energetske proizvodnje. Kogeneracija je još jedan od načina efikasne proizvodnje energije uz smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu. Zemlje Evropske unije su daleko odmakle, kako u pogledu regulative tako i u primeni OIE i kogeneracije kao načina za poboljšanje energetske efikasnosti.

Za Srbiju je poboljšanje energetske efikasnosti značajno iz nekoliko razloga. Prvo, omogućava zadovoljenje domaće tražnje za energijom uz jeftiniju proizvodnju energije. Drugo, pozitivno utiče na životnu sredinu kroz smanjenje emisije štetnih gasova. Treće, pridruživanje Evropskoj uniji podrazumeva i poštovanje određenih standarda u energetskom sektoru koje zemlje kandidati moraju da ispune kako bi jednog dana postale punopravne članice Unije.

2. RASPOLOŽIVI KAPACITET OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Srbija raspolaže značajnim potencijalnim OIE. Procena je da ukupni tehnički raspoloživ potencijal OIE iznosi približno 6 Mtoe godišnje. Najviše kapaciteta za proizvodnju energije ima biomasa (3,3 Mtoe godišnje). Takođe, učešće biomase je 64% u ukupnim OIE (Tabela 1). Drugi po značaju je hidropotencijal sa mogućnošću proizvodnje od 1,7 Mtoe godišnje. Međutim samo 0,8 Mtoe ima upotrebnu vrednost, dok se

ostatak izgubi zbog tehničkih karakteristika hidropotencijala. Značajni su i raspoloživi kapaciteti solarne energije i geotermalne energije i energije vetra (Vlada RS, 2013).

Tabela 1: Godišnji potencijal obnovljivih izvora energije

Izvor energije	Godišnji potencijal	Učešće u ukupnim OIE
Biomasa	3,3 Mtoe	64%
Hidropotencijal	0,8 Mtoe	16%
Solarna enerija	0,6 Mtoe	12%
Geotermalna energija	0,2 Mtoe	4%
Energija vetra	0,2 Mtoe	4%

Izvor: Vlada Republike Srbije. (2013). National Renewable Energy Action Plan of the Republic of Serbia. Belgrade: NL Agency, Republic of Serbia, str.12-13

U Akcionom planu za biomasu (2010) navodi se da su najperspektivnije mogućnosti za upotrebu biomase u: zagrevanju stambenih objekata korišćenjem peleta i briketa; zameni upotrebe mazuta i uglja u toplanama; proizvodnji biogoriva i proizvodnji električne energije upotrebom ostataka iz poljoprivrede i drvne industrije. Interes za proizvodnju peleta raste, ali je glavni problem što se velika količina biomase upotrebi u domaćinstvima za grejanje, bez nekog tehnološkog procesa koji bi doveo do efikasnije proizvodnje energije.

Potencijali upotrebe geotermalne energije su takvi da se u narednih 10 godina može pokriti 10% ukupne tražnje za toplotnom energijom. U raspoloživom kapacitetu geotermalne energije prednjači region Vojvodine. Istraživanja na 73 termalne bušotine, pokazala su da je 65 izvora termalnih voda pogodno za eksploataciju. Do sada su samo 23 izvora upotrebljena za proizvodnju toplotne energije (Golusin *et al.*, 2010).

Hidropotencijal je baziran na vodotokovima Drine i Morave koje su pogodne za izgradnju kako velikih, tako i malih hidroelektrana. Ovaj kapacitet je pogodan za izgradnju 52 velike hidroelektrane prosečne snage od 25 MW. Gotovo celokupna proizvodnja korišćenjem hidropotencijala ostvaruje se u velikim hidroelektranama koje proizvode 10 TWh energije godišnje (što je oko 32% celokupne proizvodnje električne energije u Srbiji). Ako se tome pridoda i 39 malih hidroelektrana, hidropotencijal Srbije se značajno uvećava. Prema procenama, postoji oko 900 mogućih lokacija za izgradnju malih hidroelektrana na rekama Drina, Morava, Lim i Dunav. Ono što najviše koči proces izgradnje malih hidroelektrana je proces licenciranja, što komplikuje procedure za investitore, ali sa druge strane omogućava da samo pouzdan privatni kapital učestvuje u energetske sektoru Srbije (Karakota *et al.*, 2011).

U svetu je prisutan trend rasta vetroelektrana i proizvodnje električne energije na ovaj način. Ono što je karakteristično za energiju vetra je da se njen intezitet menja i da se ne može prognozirati u dužem vremenskom periodu, tako da proizvodnja iz ovog izvora energije zavisi pre svega od klimatskih prilika. Prva istraživanja korišćenja energije vetra u Srbiji rađena su za potrebe EPS-a. Ovom studijom utvrđen je značajan potencijal energije vetra u istočnoj i jugoistočnoj Srbiji i u oblasti južnog Banata. Procenjeno je da se na ovaj način može proizvesti 2,3 TWh električne energije. Kasnija istraživanja dovela su do kreiranja „Atlasa energetskog potencijala sunca i vetra Srbije“. Identifikovan je region Vojvodine, naročito jugoistočni Banat kao najbolje geografsko područje za izgradnju vetrogeneratora. Solarna enerija najveći intezitet ima u južnoj i istočnoj Srbiji (Zlatanović, 2009).

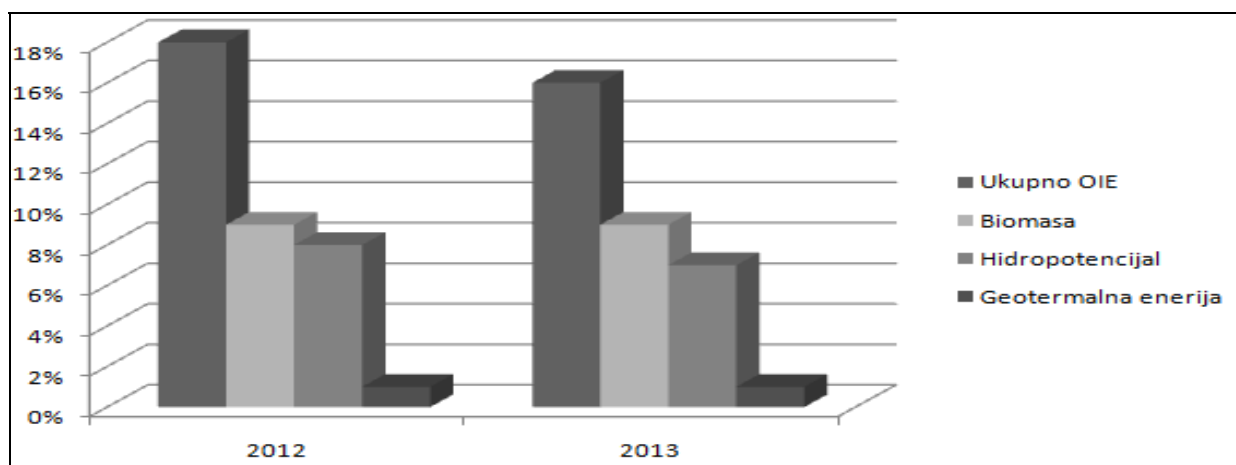
Uticaj OIE na cenu električne energije analiziran je na primeru 256 virtuelnih elektrana za sve vidove OIE. U okviru istraživanja analizirani su troškovi i koristi od proizvodnje energije upotrebom OIE i izvršena je komparativna analiza sa stanjem OIE u Italiji primenom istog modela. Rezultati istraživanja su pokazali da je cena proizvodnje električne energije korišćenjem OIE niža od cene konvencionalne proizvodnje električne energije. Međutim, cena ovako dobijene električne energije je viša nego u Italiji, pre svega kao posledica korišćenja biomase i energije vetra, čiji su kapaciteti u Italiji veći od zbira svih potencijalnih OIE u Srbiji. Ako se razmatra samo hidropotencijal, naročito proizvodnja putem malih hidroelektrana, onda su troškovi u Srbiji značajno niži nego u Italiji (Vučković and Despotović, 2011).

3. KORIŠĆENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Ono što karakteriše potrošnju električne energije u Srbiji je visoko učešće stanovništva u ukupnoj potrošnji (53%). Za zemlje regiona je karakteristično podjednako učešće stanovništva i sektora privrede od po 38% u ukupnoj potrošnji. Od Srbije jedino veću potrošnju stanovništva ima Albanija i Bosna i Hercegovina. U Evropskoj uniji učešće stanovništva u ukupnoj potrošnji je značajno manje i iznosi oko 28%, dok je dominantan sektor privrede sa učešćem od preko 40%. Cena obnovljivih izvora je relativna niska, cena uglja

je stabilna, dok je cena nafte i gasa podložna kretanjima na svetskim berzama (Filipović and Tanić, 2010). Ovo dovodi do zaključka da treba povećati učešće OIE u ukupnoj proizvodnji primarne energije, kako bi proizvodnja bila jeftinija a rastuće potrebe stanovništva zadovoljene. Visoko učešće stanovništva u potrošnji energije je, pre svega, rezultat niske privredne aktivnosti preduzeća.

U prethodnom periodu učešće OIE u proizvodnji primarne energije je bilo gotovo zanemarljivo. U 2010. godini proizvodnja primarne energije iz OIE iznosila je 1,320 Mtoe, od čega je 1,022 Mtoe bio rezultat korišćenja hidropotencijala, 0,293 Mtoe biomase i 0,005 Mtoe geotermalne energije. Narednu 2011. godinu karakteriše pad proizvodnje energije iz OIE na 1,072 Mtoe, što je, pre svega, rezultat smanjenog hidropotencijala, dok je proizvodnja iz biomase porasla (Eurostat, 2013). U 2012. godini učešće OIE u planiranoj proizvodnji primarne energije bilo je 18% (Slika 1). Procenjena proizvodnja iz OIE u 2012. godini je iznosila 1,885 Mtoe. Dominiraju biomasa (9%) i hidropotencijal (8%). Ostali OIE se ne koriste, izuzev geotermalne energije čija je planirana proizvodnja iznosila 0,005 Mtoe (što je ispod 1% učešća u proizvodnji primarne energije). U odnosu na 2011. godinu zabeležen je rast proizvodnje energije korišćenjem hidropotencijala. Ovo je rezultat, pre svega, veće proizvodnje u malim hidroelektrana koje su u vlasništvu EPS-a, ali i malih hidrocentrala u privatnom vlasništvu (Ministarstvo energetike, 2012).



Slika 1: Planirano korišćenje OIE u proizvodnji primarne energije za 2012. i 2013. godinu (Energetski bilansi 2012-2013)

Za 2013. godinu planirana je slična struktura učešća OIE, s tim što je smanjeno ukupno učešće OIE u proizvodnji finalne energije na 16%. Razlog tome je smanjenje hidropotencijala, iako je planirana proizvodnja u malim hidroelektranama ostala na istom nivou kao i 2012. godine (Ministarstvo energetike, 2013). Ono što se može zaključiti iz navedenih podataka je da u posmatranim godinama proizvodnja primarne energije iz OIE iz godine u godinu oscilira. Prisutan je rastući trend korišćenja biomase u proizvodnji energije. Oscilacije se pre svega duguju nestabilnom vodotoku i to utiče na korišćenje hidropotencijala kao značajnog OIE u Srbiji. Učešće geotermalne energije je konstantno, dok se ostali vidovi OIE praktično i ne koriste. Indikativno je da se solarna energija i energija vetra ne koriste iako su potencijali ovih OIE značajni.

4. POTENCIJALNI KAPACITETI I PRIMENA KOGENERACIJE

Kogeneracija predstavlja tehnološki proces proizvodnje električne i toplotne energije iz jednog izvora. Ovaj kombinovani način proizvodnje donosi sa sobom uštede u proizvodnji energije koje u pojedinim slučajevima dostižu 52% uštede. Takođe, emisija štetnih gasova se smanjuje do 72%. (Kozak and Majchrzycka, 2009).

Proizvodnja energije putem kogeneracije u Srbiji ima rastući trend. U 2010. godini putem kogeneracije proizvedeno je 889 TJ električne energije i 1.374 TJ toplotne energije (RZS, 2011). U 2011. godini proizvedeno je 1.638 TJ električne energije i 1.546 TJ toplotne energije (RZS, 2012). Međutim, u odnosu na ukupnu proizvodnju energije ovo su više nego skromna ostvarenja. Učešće kogeneracije u ukupnoj proizvodnji električne energije u Srbiji je svega 0,8%. Prosek učešća kogeneracije u ukupnoj energetskoj proizvodnji u Evropskoj uniji je 11,7%, dok je u nama susednim zemljama Mađarskoj (19,6%) i Hrvatskoj (14,3%). U Sloveniji je učešće kogeneracije ispod evropskog proseka i iznosi 6,9% (Eurostat, 2012).

Značajna je i mogućnost izgradnje kogenerativnih postrojenja zasnovanih na upotrebi biomase. Ovakva postrojenja bi sirovinsku osnovu našla u drvnoj industriji. Izgradnja kogenerativnih postrojenja koja koriste biomasu bi zahtevala drugačiji pristup u tehnologiji zbog specifičnosti biomase. To poskupljuje izgradnju

postrojenja, ali je čini isplativom jer je moguće ostvariti profit od čak 25%. Ovo je šansa za investitore da iskoriste nus-proizvode drvene industrije Srbije (Danon *et al.*, 2012).

Najveći kogenerativni potencijal ima svakako Elektroprivreda Srbije (Tabela 2). Postojeći kapaciteti EPS-a odnose se na upotrebu, pre svega, lignita i tečnih goriva i gasa. Pri tome, postoji mogućnost za veću iskorišćenost tečnih goriva i gasa. Proširenje kogenerativnih potencijala EPS-a može se ostvariti ulaganjem u nove proizvodne kapacitete koje se baziraju na upotrebi prirodnog gasa i lignita. Veliki prostor za povećanje energetske efikasnosti leži u sistemu daljinskog grejanja. Pri tome moguće je i korišćenje biomase u sistemu daljinskog grejanja. Ostali potencijalni kapaciteti u sistemu daljinskog grejanja zasnivaju se na proširenju proizvodne osnove za sve korišćene inpute kao što su čvrsta i tečna goriva.

Tabela 2: Potencijalni kapaciteti kogeneracije u Republici Srbiji

Kategorija kapaciteta	Raspoloživa snaga (MW _e)	Potencijalna snaga (MW _e)	Ukupna snaga (MW _e)
Postojeći kapaciteti EPS-a			
tečna goriva i gas	355	900	1255
lignit	520	300	820
ukupno	875	1200	2075
Potencijalni novi kapaciteti EPS-a			
prirodni gas	-	1000	1000
lignit	-	300	300
ukupno	-	1300	1300
Postojeći kapaciteti u sistemu daljinskog grejanja			
tečna goriva i gas	105	-	105
čvrsta goriva	-	28	28
ukupno	105	28	133
Potencijalni kapaciteti u sistemu daljinskog grejanja			
tečna goriva i gas	-	500	500
čvrsta goriva	-	200	200
biomasa	-	70	70
ukupno	-	770	770
Potencijalni kapaciteti industrije			
postojeći kapaciteti	465	-	465
novi kapaciteti	-	-	-
ukupno	465	-	465
Potencijalni kapaciteti kogeneracije u sektoru široke potrošnje			
sektor domaćinstva	-	300	300
javni i komercijalni sektor	-	150	150
ukupno	-	450	450
Ukupno	1455	3748	5193

Izvor: Mesarović, M., & Čalović M. (2011). Potencijal kogeneracije toplotne i električne energije u Srbiji. *Termotehnika*, 37(2), 207.

Od industrijskog sektora se u narednom periodu ne očekuje povećanje potencijala za kogeneraciju zbog ograničenih sredstava industrije za nove investicije. Potencijalni kapaciteti su prisutni u sektoru domaćinstava i komercijalnom sektoru. Odgovarajućom podsticajnom energetske politikom treba aktivirati ove sektore i uključiti ih u proces kogenerativne proizvodnje (Mesarović and Čalović, 2011).

5. SISTEM PODSTICAJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Uspešnom korišćenju OIE doprinose sledeći faktori: 1) razvijen sistem plaćanja proizvedene energije, 2) pristup prenosnoj i distributivnoj energetske mreži, 3) jednostavne administrativne procedure za izdavanje dozvola i licenci i 4) podrška javnosti (Wizelius, 2007). Opređenje za povećanje efikasnosti energetske sektora institucionalno je definisano Strategijom razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine i Strategijom održivog razvoja Republike Srbije do 2015. godine. Kasnije je to potvrđeno kroz novi Zakon o energetici. U ova državna dokumenta utkani su principi iz evropskih direktiva kojima se podstiče energetska efikasnost.

Značajan potencijal R. Srbije u obnovljivim izvorima energije treba staviti u funkciju, jer bi se time ublažila uvozna zavisnost i problemi energetske deficita. Takođe, povećanje upotrebe OIE bi bilo i u skladu

sa naporima Evropske unije koja je postavila za cilj "20-20-20" tj. povećanje udela obnovljivih izvora energije u energetsom miksu na 20% i za isti procenat smanjenje emisije gasova staklene bašte do 2020. godine. Izgradnja sistema za proizvodnju električne energije iz OIE treba da bude dotirana od strane države i potpomognuta posebnim podsticajnim merama. Najčešće korišćeni oblik podsticajnih mera u Evropi je sistem povlašćenih tarifa tzv. "feed-in" tarife gde su zagarantovane otkupne cene za električnu energiju proizvedenu iz OIE tokom dužeg vremenskog perioda. U nekim evropskim zemljama (Belgija, Švedska, Poljska) uveden je sistem trgovine zelenih sertifikata koji je zasnovan na obaveznim kvotama koje propisuje država (tj. postoji obaveza snabdevača električnom energijom da u svojoj ponudi ima određenu kvotu električne energije iz obnovljivih izvora ili kogeneracije). U ovom slučaju se radi o tržišnom modelu podsticanja. Takođe, država može pružati investicionu i fiskalnu podršku.

U okviru procesa priključenja evropskoj ekonomskoj integraciji, Srbija se obavezala da će do 2020. godine učešće energije iz OIE u finalnoj potrošnji iznositi 27%. U tom cilju, planira se izdvajanje 500 miliona evra za "feed-in" tarife u budućem periodu. U Srbiji su, kako bi se podstaklo korišćenje OIE i kogeneracija, uvedene kategorije povlašćenih proizvođača. Status povlašćenih proizvođača imaju:

- proizvođači koji koriste OIE ili separisanu frakciju komunalnog otpada u proizvodnji električne energije;
- proizvođači koji proizvode energiju u malim elektranama i
- proizvođači koji istovremeno proizvode električnu i toplotnu energiju, ako ispunjavaju kriterijume energetske efikasnosti (Vlada RS, 2009)

Mere podsticaja odnose se na otkup od povlašćenih proizvođača po subvencionisanim cenama. Otkupne cene su određene u zavisnosti od vrste elektrane i instalirane kapacitete u njoj. Za hidroelektrane otkupne se kreću od 12,40 c€/KWh za male elektrane (instalirane snage do 0,2 MW) do 7,38 c€/KWh za elektrane sa preko 10 MW instalirane snage. Kod elektrana na biomasu otkupne cene se kreću od 13,26 c€/KWh za one najveće do 8,22 c€/KWh za male elektrane na biomasu. Kod elektrana na biogas otkupne cene se kreću u rasponu 12,31-15,66 c€/KWh. Najveće subvencionisane otkupne cene su za solarne elektrane (kreću se u rasponu 16,25-20,66 c€/KWh). Otkupne cene za elektrane na vetar su 9,20 c€/KWh, dok su za elektrane na geotermalnu energiju kreću od 6,92 do 9,67 c€/KWh. Kod kogeneracije sistem povlašćenih otkupnih cena se kreće od 8,04 c€/KWh za kogenerativna postrojenja na uglj do 8,89 c€/KWh za kogenerativna postrojenja na prirodni gas (Vlada RS, 2013).

Sredstva iz javnih izvora svakako da nisu dovoljna za postizanje odgovarajućeg nivoa efikasnosti energetske sektora Srbije. Na osnovu pozitivnih primera zemalja iz okruženja, posebno Mađarske, može se konstatovati da treba uključiti i privatni sektor u finansiranje kogenerativnih projekata i kroz javno-privatno partnerstvo obezbediti stabilnu finansijsku osnovu za povećanje energetske efikasnosti (Brdaravić, 2012).

6. ZAKLJUČAK

Energetska efikasnost je značajna ne samo za proizvođače električne energije već i za sektor privrede i domaćinstva. Srbija raspolaže značajnim resursima u vidu obnovljivih izvora energije i kapaciteta za primenu kogeneracije. Međutim, od ukupno raspoloživih godišnjih kapaciteta OIE koristi se manje od 1/3. Uz to, dobijanje energije korišćenjem energije sunca i vetra je zapostavljeno iako postoje raspoloživi kapaciteti za korišćenje ovih vidova OIE. Primena kogeneracije je na samom početku i ostvareni su vrlo skromni rezultati po tom pitanju. U primeni kogeneracije R. Srbija se na samom začelju evropskih zemalja, čak i među zemljama regiona.

Ključni faktor neuspeha povećanja energetske efikasnosti je nedostatak finansijskih sredstava. Čitav proces poboljšanja efikasnosti energetske sektora se finansira iz javnih izvora. Sistemom podsticaja su predviđena značajna sredstva za investitore u oblasti energetike. Na ovaj način nastoji se da se mobilizuju sredstva iz privatnih izvora. Ulaganje u energetske sektor ima karakter dugoročnog ulaganja. Zbog toga sistem podsticaja ne može biti baziran samo na subvencionisanim otkupnim cenama. Investitori traže, pre svega, sigurnost za svoja ulaganja kroz stabilnu makroekonomsku i političku situaciju u zemlji.

LITERATURA

- [1] Brdaravić Lj. (2012). Sprovođenje projekata energetske efikasnosti kroz javno-privatno partnerstvo: priručnik za lokalne vlasti. Beograd: USAID.
- [2] Danon G., Furtula M., & Mandić M. (2012). Possibilities of implementation of CHP (combined heat and power) in the wood industry in Serbia, *Energy*, 48(1), 169-176.
- [3] Eurostat. (2012). *Energy, transport and environment indicators*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

- [4] Eurostat. (2013). Energy balance sheets 2010-2011. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- [5] Filipović S., & Tanić G. (2010). Izazovi na tržištu električne energije. Beograd: Ekonomski institut.
- [6] Golusin M., Ivanovic Munitlak O., Bagaric I., & Vranjes S. (2010). Exploitation of geothermal energy as a priority of sustainable energetic development in Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(2), 868-871.
- [7] Karakosta C., Doukas H., Flouri M., Dimopoulou S., Papadopoulou A., & Psarras J. (2011). Review and analysis of renewable energy perspectives in Serbia. *International Journal of Energy and Environment*, 2(1), 71-84.
- [8] Kemmler A., & Spreng D. (2007). Energy indicators for tracking sustainability in developing countries. *Energ Policy*, 35, 2466-2480.
- [9] Kozak, T., & Majchrzycka, A. (2009). Primena biomase za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije u ruralnom regionu. *Energetske tehnologije*, 6(1), 21-26.
- [10] Mesarović, M., & Čalović M. (2011). Potencijal kogeneracije toplotne i električne energije u Srbiji. *Termotehnika*, 37 (2), 197-209.
- [11] Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine. (2012). Energetski bilans Republike Srbije za 2012. godinu. Retrived from <http://www.merz.gov.rs/cir/dokumenti/energetski-bilans-republike-srbije-za-2012-godinu>
- [12] Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine. (2013). Energetski bilans Republike Srbije za 2013. godinu. Retrived from <http://www.merz.gov.rs/cir/dokumenti/energetski-bilans-republike-srbije-za-2013-godinu>
- [13] Republički zavod za statistiku. (2011). Ukupan energetski bilans, 2010. Beograd: RZS.
- [14] Republički zavod za statistiku. (2012). Ukupan energetski bilans, 2011. Beograd: RZS.
- [15] Vlada Republike Srbije. (2009). Uredba o uslovima za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije i kriterijumima za ocenu ispunjenosti tih uslova, Službeni glasnik RS, br. 72/2009.
- [16] Vlada Republike Srbije. (2010). Akcioni plan za biomasu 2010-2012. Beograd: Vlada Republike Srbije.
- [17] Vlada Republike Srbije. (2013). National Renewable Energy Action Plan of the Republic of Serbia. Belgrade: NL Agency, Republic of Serbia.
- [18] Vlada Republike Srbije. (2013). Uredba o merama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije. Beograd: Službeni glasnik RS, br. 8/2013.
- [19] Vučković A., & Despotović N. (2011). Uticaj obnovljivih izvora na cenu električne energije. 30. savetovanje CIGRE Srbija (CIGRE 2011), Zlatibor, P C5, 16.
- [20] Wizelius T. (2007). *Developing Wind Power Projects: Theory And Practice*. London: Earthscan.
- [21] Zlatanović M. (2009). *Korišćenje energije vetra u Srbiji – prirodni uslovi i praktična primena*. Beograd: Jefferson Institute.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Finansije i bankarstvo



ALTMANOV Z-SKORING MODEL ZA PREDVIĐANJE BANKROTA PREDUZEĆA NA PRIMERU KOMPANIJE „TELEFONIJA“ A.D. BEOGRAD

ALTMAN Z-SCORE MODEL FOR BANKRUPTCY PREDICTION: CASE STUDY OF COMPANY “TELEFONIJA” A.D. BEOGRAD

VLADIMIR MIRKOVIĆ

Eurobank a.d. Beograd, Beograd, vladamirkovic@orion.rs

Rezime: *Mogućnost predviđanja bankrota preduzeća na bazi finansijskih pokazatelja predstavlja značajan izazov za mnoge analitičare. Altmanov Z-skoring model predstavlja jedan od najkorišćenijih modela u predviđanju bankrota preduzeća. Upotrebna vrednost modela je zasnovana na predviđanju različitih znakova upozorenja, koji su relevantni za ocenu performansi i buduću egzistenciju preduzeća. Poredeći dve grupe preduzeća: ona koja su bankrotirala i ona koja nisu (stabilna preduzeća), uz razmatranje većeg broja finansijskih pokazatelja za ocenu rizičnog profila preduzeća, Altman je konstruisao model koji je bio prihvaćen u gotovo svim sektorima. Iako je Altmanovo istraživanje zasnovano na analizi kompanija u SAD i Velikoj Britaniji, generalni okvir modela i pokazatelji se mogu koristiti za testiranje predikcije bankrota u drugim državama uz naravno određena ograničenja, što je u osnovi ovog rada. Na bazi dostupnih javnih podataka u ovom radu je analiziran Altmanov model na primeru preduzeća Telefonija a.d. Beograd.*

Ključne reči: *Altmanov model, bankrot, pokazatelji, Telefonija a.d. Beograd.*

Abstract: *Probabilistic prediction of company's bankruptcy based on financial ratios represent major challenge for analysts. Altman's Z-score model is one of the most often used models in forecasting of company's bankruptcy. Current value of model is based on forecasting of different warning signals, relevant for performance evaluation and prospective existence of the company. Comparing two groups of companies: those already in bankruptcy and other (stable companies), involving observation of various financial ratios for assessment of company's risk profile, Altman constructed the model which was accepted in almost each industry. Although, Altman's model point out analysis of companies in USA and Great Britain, general framework of model and ratios are useful for testing of bankruptcy forecast in other countries with certain constraints, which underlie in this paper. Based on available public data, in this paper is analysed Altman's model on the example of the company Telefonija a.d. Beograd.*

Keywords: *Altman's model, bankruptcy, ratios, Telefonija a.d. Beograd.*

1. UVOD

Mogućnost predviđanja bankrota preduzeća na bazi finansijskih pokazatelja predstavlja značajan izazov za mnoge analitičare. Tokom globalne finansijske krize, kontinuirano je rasla potreba za modelima i alatima koji će u ranoj fazi krize prepoznavati one pokazatelje čije kretanje može dovesti u pitanje egzistenciju preduzeća. Pojedine lekcije iz prošlosti, koje se prirodno nadovezuju na turbulentnu sadašnjost prožetu produženim efektima globalne krize, pružaju nam mogućnost da pojedine aspekte krize sagledamo iz drugog, pomalo zapostavljenog ali opšte poznatog ugla. U tom smislu, Altmanov Z-skoring model predstavlja jedan od najkorišćenijih modela u predviđanju bankrota preduzeća.

Upotrebna vrednost modela je zasnovana na predviđanju ranih znakova upozorenja, koji su relevantni za ocenu performansi i buduću egzistenciju preduzeća. Poredeći dve grupe preduzeća: ona koja su bankrotirala i ona koja nisu (stabilna preduzeća), uz razmatranje većeg broja finansijskih pokazatelja za ocenu rizičnog profila preduzeća, Altman je konstruisao model koji je u predstojećim godinama bio prihvaćen u gotovo svim sektorima.

2. PREGLED LITERATURE

Pionirski radovi koji su u osnovi obrađivali tematiku bankrota preduzeća su studije Beavera (1966) i Altmana (1968). Bahnson i Bartley (1992) su produbili analizu definicijom problematičnih preduzeća kao

onih preduzeća koja nisu u stanju da izmire svoje dospele obaveze. Scott (1981) je zaključio da finansijski problemi preduzeća ne vode nužno u bankrot, a Pastena i Ruland (1986) su istakli da su pored bankrota moguće i druge dve opcije i to: nastavak poslovanja preduzeća uz očekivanje buduće solventnosti i učešće u merdžerima. Nedvosmislen zaključak iznetih studija je da će samo pojedina preduzeća opstati i nastaviti svoju egzistenciju, dok će druga preduzeća neminovno bankrotirati.

Dizajniranje adekvatnog modela za predviđanje bankrota preduzeća kao i odabir pouzdanih finansijskih pokazatelja imaju veoma značajno mesto u ekonomskoj literaturi. Zajedničko obeležje svih modela jeste zasnovanost na dobroj prediktivnoj moći finansijskih pokazatelja na koje se modeli oslanjaju. Najpouzdaniji racio pokazatelj koji uzima u obzir jednu promenljivu (varijablu) jeste racio novčanog toka i ukupnih obaveza. Gentry (1985) je dao primat primeni nekoliko različitih varjabli novčanog toka koji zajedno sa finansijskim racio pokazateljima daju bolje rezultate u predviđanju bankrota nego što bi to bio slučaj da se varijable novčanog toka ili racio pokazatelji koriste samostalno.

Modeli predviđanja bankrota predstavljaju korisnu alatku za procenu finansijske stabilnosti kompanije iz ugla interesnih grupa izvan kompanije (kreditora, akcionara i finansijskih analitičara) kao i menadžera. Interesne grupe izvan preduzeća (tzv. autsajderi) su vrlo zainteresovane za ocenu finansijskog zdravlja preduzeća tj. za procenu vrednosti trenutnih i budućih investicija. Sa druge strane, insajderi su više okrenuti uticaju tekućih i budućih investicionih odluka na finansijsku snagu preduzeća.

3. METODOLOGIJA ALTMANOVOG Z-SKORING MODELA

Edward Altman je 1968. godine objavio formulu za kalkulaciju Z-skoringa, sa ciljem predviđanja verovatnoće bankrota preduzeća u naredne dve godine. U modelu se poseban značaj poklanja finansijskim racio pokazateljima, čijim se kombinovanjem i ponderisanjem donosi sud o verovatnoći nastupanja tzv. „default“ događaja (kada dužnik nije više u mogućnosti da izmiruje svoje dospele obaveze). Z-skoring predstavlja linearnu kombinaciju 5 finansijskih racio pokazatelja, koji su ponderisani odgovarajućim koeficijentima. Koeficijenti su dodeljeni na osnovu određenog broja posmatranih preduzeća koja su objavila bankrot, kao i uzorka preduzeća koja su opstala na tržištu, uz uvažavanje sektora kojem pripadaju i veličine preduzeća merene bilansnom aktivom. Originalni Altmanov model, koji se primenjuje za javna preduzeća, glasi:

$$Z=1,2 T_1 + 1,4 T_2 + 3,3 T_3 + 0,6 T_4 + 0,999 T_5 \quad (1)$$

$$T_1 = \frac{\text{Neto obrtna imovina}}{\text{Ukupna aktiva}} \quad (2)$$

T_1 racio meri likvidnu aktivu u odnosu na veličinu kompanije. Pri tome se neto obrtna imovina obračunava kao razlika između obrtne imovine i kratkoročnih obaveza. Realno je očekivati da varijabla T_1 opada, kako se preduzeće približava bankrotu.

$$T_2 = \frac{\text{Neraspoređena dobit}}{\text{Ukupna aktiva}} \quad (3)$$

T_2 racio se odnosi na profitabilnost preduzeća tj. njegovu zarađivačku sposobnost. Postoji visok stepen verovatnoće da će vrednost ove varijable kod mlađih preduzeća biti niža, jer nisu imale vremena da kumuliraju dovoljno profita, što može dovesti i do diskriminacije mlađih preduzeća, koja će biti češće klasifikovana kao bankrot.

$$T_3 = \frac{\text{EBIT (Dobit pre kamate i poreza)}}{\text{Ukupna aktiva}} \quad (4)$$

Racio T_3 meri operativni dobitak (profit) preduzeća, pre plaćanja po osnovu kamate i poreza i bitan je sa aspekta dugoročnog rasta preduzeća.

$$T_4 = \frac{\text{Tržišna vrednost akcijskog kapitala}}{\text{Knjigovodstvena vrednost obaveza}} \quad (5)$$

Finansijski pokazatelj T_4 daje tržišnu dimenziju analizi, kako bi se sagledao stepen fluktuacije cene akcije i eventualno preduzimale korektivne akcije.

$$T_5 = \frac{\text{Prihodi od prodaje}}{\text{Ukupna aktiva}} \quad (6)$$

Poslednji peti pokazatelj, T_5 prikazuje standardnu meru obrta aktive, koja se značajno razlikuje po sektorima.

U zavisnosti od dobijenih rezultata testiranja, preduzeća se klasifikuju u jednu od tri zone i to:

- ukoliko je $Z > 2.99$ – preduzeće je u sigurnoj (bezbednoj) zoni;
- ukoliko je $1.81 < Z < 2.99$ – preduzeće je u „sivoj“ zoni i bankrot je teško predvideti; i
- za $Z < 1.81$ – preduzeća su u problematičnoj zoni i postoji visok stepen verovatnoće da će bankrot zaista nastupiti.

Početna testiranja ispravnosti Altmanovog modela su rezultirala u: 95% preciznim predviđanjima bankrota jednu godinu pre nego što je sam bankrot i nastupio, a 72% preciznim predviđanjima bankrota 2 godine pre samog bankrota, uz 6% onih preduzeća za koja se ispostavilo da je model pogrešno predvideo bankrot. Naredna testiranja, do 1999. godine, su dala rezultat od 80-90% preciznih predviđanja bankrota jednu godinu pre događaja, uz pogrešno klasifikovanje 15-20% preduzeća. Pogrešno klasifikovanje se odnosi na ona preduzeća koja su razvrstana u kategoriju „bankrot“, a nisu bankrotirala u posmatranom periodu. Potrebno je napomenuti da Altmanov model nije prepporučljiv za kompanije u finansijskom sektoru, a razlozi su pre svega u drugačije strukturiranim bilansima i čestom korišćenju vanbilansnih stavki. Mogućnost predviđanja bankrota je u Altmanovom modelu ograničena na kompanije, koje su poslovale u SAD i Velikoj Britaniji, pa se prilikom tumačenja rezultata mora uzeti u obzir i pomenuto ograničenje.

Altmanov model predstavlja kombinaciju finansijskih pokazatelja likvidnosti, profitabilnosti, leveridža, aktivnosti i solventnosti. Altman je koristio drugačiji racio model, u kojem je zavisna varijabla klasifikovana u jednu od dve grupe (bankrot kompanije i stabilne kompanije), a svakoj varijabli se dodeljuje odgovarajući koeficijent. Svakom racio pokazatelju se pripisuje određeni faktor pondera zasnovan na relativnom doprinosu istog. Z-skor, ili indikator egzistencije preduzeća, klasifikuje preduzeća prema njihovoj solventnosti. Što je viša vrednost Z, to je manji rizik od bankrota. Nizak ili negativni Z-skor pokazuje visoku verovatnoću da će doći do bankrota. Altman je došao do zaključka da je vrednost Z od 2.675 kritična vrednost koja odvaja preduzeća klasifikovana kao bankrot od stabilnih preduzeća.

4. STUDIJA SLUČAJA KOMPANIJE „TELEFONIJA“ A.D. BEOGRAD

Poslovni sistem „Telefonija“ a.d. je osnovan 1954. godine sa osnovnom delatnošću u oblasti telekomunikacija i informacionih tehnologija. Čine ga matično društvo P.S. „Telefonija“ a.d. Beograd i 5 zavisnih društva: „BeotelNet-ISP“ d.o.o., „Telefonija“ Brčko d.o.o., „GasTel“ d.o.o., „MT GasTel“ d.o.o. i „VI GasTel“ d.o.o. Svoju delatnost matična kompanija i zavisne kompanije sprovode na teritorijama Republike Srbije, Republike Srpske, Crne Gore i Bosne i Hercegovine. PS „Telefonija“ raspolaže stručnim kadrovima osposobljenim za sve vrste poslova iz oblasti telekomunikacija uz posedovanje odgovarajućih licenci neophodnih za pojedine oblasti angažovanja. Ukupan broj zaposlenih je 231, pri čemu je 142 zaposlenih u matičnom preduzeću, dok je 89 zaposlenih angažovano u zavisnim preduzećima.

U Srbiji, osnovno tržište kompanije „Telefonija“ čine infrastrukturni projekti, usluge u oblasti infrastrukturnih projekata i telekomunikacija i distribucija gasa. Tako je vrlo značajnu referencu predstavljalo učešće kompanije u projektu rekonstrukcije mosta Gazela kao i projektu Obilaznice oko Beograda (Dobanovačka petlja i trasa Batajnica-Dobanovci). Imajući u vidu značajno tržišno učešće u svim segmentima svog poslovanja na teritoriji Srbije, može se zaključiti da je preduzeće dobro pozicionirano u ključnim oblastima konkurentnosti. Međutim, konkurentnost kompanije „Telefonija“ je značajno ugroženo sa nastupanjem problema likvidnosti.

„Telefonija“ je vršila intenzivne investicije u gasnu infrastrukturu i poslovnu zgradu u Kumodraškoj ulici, pri čemu je finansiranje bilo i iz sopstvenih i iz pozajmljenih izvora. Najveći deo radova sa strane „Telefonije“ je bio završen te je gasna infrastruktura bila spremna za puštanje u rad tokom 2008. i 2009. godine, ali država nije ispratila dinamiku izgradnje gasovoda. Nakon toga, „Telefonija“ sklapa aranžman sa Srbijagasom oko izgradnje gasne infrastrukture srednjeg pritiska, uz obavezu Srbijagasa da otkupi infrastrukturu po završetku izgradnje. Srbijagas je svoju obavezu počeo da realizuje tek sa nastupanjem problema likvidnosti u „Telefoniji“ tj. pokrenuta je kupovina gasovoda tek u 2012. godini.

U takvoj situaciji pripremljen je plan reorganizacije za dužnika „Telefonija“ od strane konsultantske kuće WM Equity Partners d.o.o., koji se zasniva na tri ključne stavke i to:

- prodaja imovine na ime namirenja potraživanja
- reprogram potraživanja
- potpuno namirenje 3 klase poverilaca pre početka primene Plana reorganizacije.

Akcijama preduzeća „Telefonija“ se na Beogradskoj berzi trguje od 17. maja 2005. godine, dok je od 19. marta 2007. godine, ova hartija uključena na kontinuirano trgovanje. Istorijski maksimum akcije

„Telefonije“ su dostigle neposredno po prelasku na kontinuirani metod trgovanja: 24.899 dinara (22.03.2007), dok je istorijski minimum dostignut 10. avgusta 2012. – 85 dinara za jednu akciju. Na bazi informatora Beogradske berze, može se jasno steći uvid u bilansne podatke „Telefonije“ uz napomenu da podaci za 2012. nisu revidirani od strane eksterne revizorske kuće. Bilans stanja i bilans uspeha „Telefonije“ su prikazani slikom 1:

Bilans Stanja (u 000 RSD)	2009	2010	2011	2012
UKUPNA AKTIVA	2.879.776	3.193.307	3.117.663	2.217.681
Stalna imovina	1.768.508	1.871.077	2.054.152	837.862
Obrtna imovina	1.111.268	1.321.901	1.063.182	1.377.250
Poslovna imovina	2.879.776	3.193.307	3.117.663	2.217.681
UKUPNA PASIVA	2.879.776	3.193.307	3.117.663	2.217.681
Kapital	1.203.093	1.220.991	1.273.257	160.766
Dugoročna rezervisanja i obaveze	1.641.962	1.932.432	1.829.809	2.056.915
Kratkoročne obaveze	1.076.043	1.274.703	1.190.639	133.710

Bilans Uspeha (u 000 RSD)	2009	2010	2011	2012
POSLOVNI PRIHODI	1.024.250	1.565.612	1.209.378	250.180
Prihodi od prodaje	1.024.200	1.538.514	1.189.086	224.909
POSLOVNI RASHODI	904.897	1.396.918	1.199.375	374.485
POSLOVNI DOBITAK	119.353	168.694	10.003	0
POSLOVNI GUBITAK	0	0	0	124.305
Finansijski prihodi	64.523	73.968	67.064	28.985
Finansijski rashodi	168.728	188.529	165.778	271.376
Ostali prihodi	16.867	28.783	138.832	33.358
Ostali rashodi	16.842	37.379	18.011	671.491
DOBITAK PRE OPOREZIVANJA	15.173	45.537	32.110	0
GUBITAK PRE OPOREZIVANJA	0	0	0	1.004.829
Poreski rashod perioda	1.528	5.306	4.456	0
Odloženi poreski prihodi perioda	1.266	332	25.287	16.837
NETO DOBITAK	14.911	40.563	52.941	0
NETO GUBITAK	0	0	0	987.992

Slika 1: Bilans stanja i bilans uspeha preduzeća „Telefonija“

Na osnovu validnih podataka o tržišnoj ceni akcije „Telefonije“ kao i prethodno navedenim bilansnim podacima, moguće je na osnovu već izložene metodologije Altmanovog modela odrediti vrednost Z-skoringa za 2011. i 2012. godinu.

Tabela 1: Altmanov model na primeru „Telefonije“

Racio	ponderi	Bilansni pokazatelji		Vrednost racija	
		2011	2012	2011	2012
T ₁	1,2	-0,04	0,56	-0,05	0,67
T ₂	1,4	0,13	0,18	0,18	0,25
T ₃	3,3	0,00	-0,06	0,01	-0,18
T ₄	0,6	0,05	0,04	0,03	0,03
T ₅	0,999	0,38	0,10	0,38	0,10
ALTMANOV Z-SKORING:				0,55	0,87

Izvor: www.belex.rs i proračuni autora

Trenutna tržišna cena akcija „Telefonije“ (na dan 06. maja 2013. godine) iznosi 150 dinara, tako da je imajući u vidu ukupan broj emitovanih akcija i listiranih na Beogradskoj berzi (579.195 običnih akcija), tržišna kapitalizacija „Telefonije“ 86.879.250 dinara. Pomenuta vrednost tržišne kapitalizacije je uzeta kao osnova za obračun finansijskog pokazatelja T_4 u obe posmatrane godine tj. 2011. i 2012. godine.

Posmatrajući konačnu vrednost Altmanovog Z-skoringa u 2011. i 2012. godini, od 0.55 i 0.87 respektivno, kao i imajući u vidu granične vrednosti Z-skoringa, nedvosmislen zaključak jeste da je već duži vremenski period „Telefonija“ po pokazateljima ispod dozvoljenog minimuma definisanog Z-skoringom, a koji iznosi 1.81. Nešto povoljniji rezultat ostvaren u 2012. (uz napomenu da je reč ipak o nerevidiranim podacima za ovu godinu, za razliku od 2011. kada je analiza urađena na osnovu zvaničnih revizorskih izveštaja) se može pripisati u velikoj meri poboljšanju performansi preduzeća predstavljenih finansijskim pokazateljem T_1 - kao odnosom neto obrtne imovine i ukupne aktive. Istaknuto povećanje neto obrtne imovine, posledično i racija, je rezultat dvojakog pozitivnog kretanja konstitutivnih elemenata posmatranog pokazatelja: sa jedne strane obrtna imovina preduzeća je u 2012. godini, povećana za 29.54% u odnosu na 2011. godinu, dok je sa druge strane došlo do dramatičnog smanjenja kratkoročnih obaveza u 2012. i to za 88.77% u odnosu na prethodnu godinu.

Povećanje neto obrtne imovine u posmatranim godinama je u krajnjoj meri toliko značajno uticalo na pozitivan trend kretanja Altmanovog Z-skora i doprinelo porastu od 0.32, iako je negativan trend bio izražen kod dva finansijska pokazatelja u 2012. godini i to:

- pokazatelj T_3 beleži negativnu vrednost od 0.18 usled činjenice da je „Telefonija“ u 2012. umesto poslovnog dobitka, ostvarilo poslovni gubitak u apsolutnom iznosu od 124.3 miliona dinara; i
- pokazatelj T_5 je u 2012. godini izgubio značajan deo svoje vrednosti iz 2011. godine (smanjenje sa 0.38 na 0.1) a razlog je više nego drastično smanjenje prihoda od prodaje – u relativnom iznosu od 79.3%.

Neznatno popravljjanje ukupnog Z-skoringa u 2012. godini, posledično nije dovoljno da bi se moglo smatrati da preduzeće „Telefonija“ ima realnu mogućnost opstanka i egzistencije u budućnosti bez sprovođenja određenog sanacionog plana. S tim u vezi, Privrednom Sudu u Beogradu je 15. juna 2012. godine podnet Unapred pripremljen Plan reorganizacije dužnika „Telefonija“, a potom je 9. avgusta 2012. godine Plan i zvanično usvojen. Suština plana se sastoji u namirenju preko 1.000 poverilaca koji su klasifikovani u 7 klasa, pri čemu se 3 klase poverilaca isplaćuju pre početka primene plana. Ukupna potraživanja svih poverilaca iznose 18.5 miliona evra, pri čemu dominiraju u strukturi ukupnih obaveza one obaveze koje „Telefonija“ ima prema finansijskim institucijama (u prvom redu bankama – oko 15 miliona evra). Predviđa se da se prodajom „BeotelNet-ISP“, kao i poslovne zgrade u Kumodražskoj ulici, parcele u Cerskoj ulici i prodajom gasne infrastrukture obezbede sredstva za izmirenje obaveza prema bankama. Rok za namirenje potraživanja svih banaka je 1. decembar 2013. godine.

Institut Unapred pripremljenog plana reorganizacije je skopčan sa nastojanjima da se obezbedi nastavak kontinuiteta poslovanja onih preduzeća koja su suočena sa ozbiljnim problemom likvidnosti, kao što je to slučaj sa elaboriranim preduzećem „Telefonija“. Plan reorganizacije „Telefonije“ će se sprovesti u narednih pet godina, a jedna od ključnih stavki jeste prodaja zavisnog preduzeća „BeotelNet-ISP“, poznatog internet provajdera na tržištu Srbije. U svakom slučaju, celokupan postupak reorganizacije i sprovođenja Plana je tesno povezan sa omogućavanjem nastavka poslovanja „Telefonije“ pod uslovima koji će u bliskoj budućnosti omogućiti ovom u prošlosti čuvenom preduzeću u Srbiji da generiše značajne prihode i funkcioniše neopterećeno problemima likvidnosti.

5. ZAKLJUČAK

Tekući problemi likvidnosti velikog broja preduzeća širom sveta, dodatno su pogoršani posledicama svetske ekonomske krize, tako da je gotovo svakodnevna pojava postao bankrot i propadanje kompanija. Analitičke mogućnosti predviđanja bankrota i analize relevantnih pokazatelja koji imaju „signalnu“ funkciju u procesu otkrivanja problema u poslovanju preduzeća predstavljaju dobro poznate metode i modele. Jedan od najpoznatijih modela i najduže u upotrebi jeste Altmanov Z-skoring model, inicijalno prezentovan još 1968. godine. Od tada pa do danas, ovaj model može da posluži kao vrlo značajna alatka u predviđanju bankrota preduzeća i davanja odgovora na pitanje: da li postoji realna šansa da posmatrani privredni subjekt nastavi svoje funkcionisanje?

Altman jeste svoje istraživanje vezao za posmatranje i analizu kompanija u SAD i Velikoj Britaniji, te su dobijeni rezultati i kasnije opšteprihvaćene vrednosti racija bile najvećim delom skopčane sa privrednim subjektima u ove dve države, međutim to ne znači da se dati model ne može primeniti na privrede drugih država, uz naravno određena ograničenja i uvažavanja specifičnosti. Altman je utvrdio da za svaku vrednost koja je znatno ispod 3, potrebno uraditi „due dilligence“ pre nego što se donese odluka o eventualnom

investiranju. Ograničenja u inicijalnom Altmanovom modelu se mogu pripisati i kod obračuna tržišne kapitalizacije, neophodne za kalkulaciju pokazatelja T_4 , jer preduzeća koja nisu listirana na berzi nemaju tržišnu cenu, tako da model mora da pretrpi određene modifikacije. Modifikovane verzije originalnog Altmanovog modela, koje se primenjuju uglavnom kod privatnih i neproizvodnih preduzeća, nisu predmet detaljnije analize u ovom radu.

Osnovni postulati kalkulacije finansijskih pokazatelja u Altmanovom modelu su primenjeni na slučaju beogradske kompanije „Telefonija“ a.d. Pokazano je da su problemi u poslovanju preduzeća „Telefonija“ u dobroj meri sadržani kroz 5 finansijskih pokazatelja Altmanovog modela, a kao rezultat primene modela zaključeno je da su vrednosti pokazatelja znatno ispod definisane donje granice od 1.81. Nužno je dakle preduzimanje krupnih korektivnih akcija u cilju omogućavanja nastavka poslovanja preduzeća „Telefonija“. Javno dostupni podaci o poslovanju „Telefonije“ kao i izloženi Unapred pripremljeni Plan reorganizacije (od strane konsultantske firme WM Equity Partners) koji će se sprovoditi u narednih pet godina, transparentno ukazuju da iz više uglova posmatrano kompaniji „Telefonija“ trebaju hitne strukturne promene. Istovremeno, dokazano je da i pored svih nedostataka, Altmanov model predstavlja i dalje nezamenljiv model u procesu predviđanja finansijskog kolapsa preduzeća. Definisani i usvojeni Plan reorganizacije „Telefonije“ nedvosmisleno pokazuje da je to jedini način da se i u budućnosti očuva već dobro poznati brend „Telefonije“ na srpskom tržištu uz dalju egzistenciju lišenu problema likvidnosti u narednom periodu.

LITERATURA

- [1] Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, 23 (4), 589-609.
- [2] Altman, E. I. (2000). Predicting financial distress of companies: revisiting the Z-score and Zeta Models. July 2000. <http://pages.stern.nyu.edu/~ealtman/Zscores.pdf> (pristup: 06.05.2013.)
- [3] Bahnson, B.R. and Bartley, J.W. (1992). The sensitivity of failure prediction models to alternative definitions of failure. *Advances in Accounting*, Vol. 10, 255-278.
- [4] Beaver, W. H. (1966). Financial ratios as predictors of failure. *Journal of Accounting Research*, 4, Empirical Research in Accounting: Selected Studies, (Supplement), 71 – 111.
- [5] Gentry, J.A., Newbold, P. and Whitford, D.T.(1985). Predicting bankruptcy:if cash flow's not the bottom line, what is?.*Financial Analysts Journal*, Vol. 41, 47-58.
- [6] <http://www.belex.rs/trgovanje/vesti/hartija/TLFN> (pristup: 06.05.2013.)
- [7] <http://wmep.rs/pracenjeplanova.html> (pristup: 06.05.2013.)
- [8] <http://www.ekapija.com/website/sr/page/616868> (pristup: 06.05.2013.)
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Altman_Z-score (pristup: 06.05.2013.)
- [10] Pastena, V. and Ruland, W. (1986). The Merger/Bankruptcy Alternative. *The Accounting Review*, Vol. 61, 288-301

ANALIZA PONAŠANJA CDS SPREDOVA I VEROVATNOĆA DIFOLTA ZEMALJA POGOĐENIH DUŽNIČKOM KRIZOM

ANALYSIS OF CDS SPREADS' BEHAVIOR AND PROBABILITY OF DEFAULT OF COUNTRIES AFFECTED BY THE DEBT CRISIS

IRENA JANKOVIĆ

Ekonomski fakultet, Beograd, irenaj@ekof.bg.ac.rs

Rezime: Svopovi rizika neizvršenja (engl. Credit default swaps - CDSs) su finansijski instrumenti koji nude zaštitu kupcu ugovora za slučaj nemogućnosti namirenja određenog potraživanja, odnosno za slučaj difolta (neizvršenja obaveze po osnovu glavnice i kamate duga) njegovog dužnika. CDS spread predstavlja premiju koji plaća kupac zaštite prodavcu zaštite za izvršeni transfer rizika. CDS spreadovi tako pružaju tržišnim učesnicima informaciju o rizičnosti njihovih investicija. Ovi spreadovi se mogu upotrebiti u izračunavanju implicitnih verovatnoća difolta dužnika. Cilj ovoga rada jeste da se predstavje, izračunaju i prokomentarišu verovatnoće difolta krizom pogođenih članica Evrozona što može doprineti potpunijem sagledavanju tekuće dužničke krize.

Ključne reči: CDS spreadovi, Verovatnoće difolta, Dužnička kriza, Evrozona.

Abstract: Credit default swaps – CDSs are financial instruments that offer protection to the contract buyer in case of failure of certain claim settlement, or in the event of default (on debt principal and interest obligation) of its borrower. CDS spread is the premium paid by the protection buyer to the protection seller for risk transfer. CDS spreads provide to market participants information about the riskiness of their investments. These spreads can be used in calculation of the implied probability of default of a debtor. The aim of this paper is to present, calculate and comment on the probabilities of default for vulnerable euro area member states that may contribute to a more complete perception of the current debt crisis.

Keywords: CDS Spreads, Probabilities of Default, Debt Crises, Euro area.

1. UVOD

Svopovi rizika neizvršenja (engl. Credit default swaps - CDSs) su kreditni derivatni instrumenti koji pružaju zaštitu (poseban vid osiguranja) od rizika difolta određene ugovorne kontra-strane. Kupac zaštite kupuje osiguranje za slučaj nemogućnosti namirenja potraživanja po osnovu nekog odobrenog zajma ili hartije od vrednosti koju ima u svom portfoliju. Kako bi dobio mogućnost osiguranja, on plaća prodavcu zaštite premiju. Ako dođe do difolta (neizvršenja obaveze od strane dužnika), prodavac zaštite mora da kompenzira kupca za pretrpljeni gubitak po tom osnovu.

2. CDS SPREDOVI KAO POKAZATELJI NIVOA KREDITNOG RIZIKA

Sledeći prikaz pokazuje relacije između učesnika u ovoj posebnoj shemi zaštite od kreditnog rizika.



Grafikon 1: Struktura CDS-a

CDS spread jeste premija koju plaća strana koja kupuje zaštitu od rizika neizvršenja. Plaćanje se uobičajeno vrši na kvartalnom nivou. CDS spreadovi se formiraju na tržištu i kotiraju se u baznim poenima na godišnjem nivou u odnosu na vrednost glavnice u ugovoru. Na primer, ako je CDS spread za portugalski 5-ogodišnji dug na nivou od 344 bazna poena, to znači da premija osiguranja za slučaj difolta na iznos duga od 1 milion evra iznosi 34.400 evra na godišnjem nivou, odnosno 8.600 evra kvartalno. Ako je istoga dana CDS spread na nemački dug iste ročnosti 35 baznih poena, a rezultujuća premija 3.500 evra godišnje, jasno možemo uvideti razliku u nivou rizika koju je tržište procenilo za ova dva instrumenta.¹

Korišćenje informacija o visini CDS spreadova kao mere kreditnog rizika za konkretnu investiciju nije retko u empirijskim analizama, iako se često naglašava da ovi spreadovi mogu da reflektuju još neke faktore u osnovi konkretnog instrumenta kao što su rizik likvidnosti ili rizik ponašanja kontrastane u ugovoru (engl. counterparty risk). Uprkos tome, CDS spreadovi predstavljaju pogodnu promenljivu koja je kao informacija dnevno i intra-dnevno dostupna na tržištu. Cena CDS ugovora se brže "otkriva" od npr. cene državnih obveznica. Zato je praćenje ove promenljive korisno za sagledavanje evolucije krize i reakcije tržišta na uvećanje kreditnog rizika.

3. VREDNOVANJE CDS UGOVORA I IZRAČUNAVANJE IMPLICITNIH VEROVATNOĆA DIFOLTA

Za kupca zaštite od rizika difolta vrednost CDS ugovora je jednaka razlici između očekivane sadašnje vrednosti potencijalnog novčanog priliva u slučaju difolta i očekivane sadašnje vrednosti fiksnih plaćanja (po osnovu premije).

Kako bismo vrednovali CDS ugovor uvodimo sledeću notaciju: S za CDS spread (premiju) koja se plaća u delovima d_i , p za verovatnoću difolta, R za stopu povraćaja u slučaju difolta, N za ročnost ugovora, $D(t_i)$ za diskontni faktor.

Verovatnoću da neće doći do difolta obeležavamo sa q , pri čemu je:

$$q = 1 - p \quad (1)$$

U diskretnom vremenskom okviru:

$$q(t_i), i = 1 \dots N \quad (2)$$

U tom slučaju, sadašnja vrednost fiksnih plaćanja, PV fiksnih plaćanja, je jednaka:

$$PV_{\text{fiksnih plaćanja}} = \sum_{i=1}^N D(t_i) q(t_i) S d_i + \sum_{i=1}^N D(t_i) \left\{ q(t_{i-1}) - q(t_i) S \frac{d_i}{2} \right\} \quad (3)$$

Gde se prvi deo izraza (3) odnosi na diskontovanu vrednost plaćanja po osnovu premije ako ne bude difolta, a drugi deo izraza na deo premije koji se stiće ako se difolt desi između dva datuma plaćanja premije. Sadašnja vrednost mogućih plaćanja ako dođe do difolta je jednaka:

$$PV_{\text{mogućih plaćanja}} = (1 - R) \sum_{i=1}^N D(t_i) \{ q(t_{i-1}) - q(t_i) \} \quad (4)$$

Dve strane ulaze u CDS ugovor ako je vrednost svop transakcije u tom trenutku jednaka nuli, tj. ako je (3)=(4).

U jednostavnom slučaju, ako pretpostavimo ročnost CDS ugovora od godinu dana kod koga se cela premija plaća unapred, kupac zaštite plaća premiju S sa očekivanom isplatom jednakom $(1-R)p$ u slučaju difolta.

Kada strane ulaze u ugovor, visina premije S je određena tako da vrednost transakcije bude jednaka nuli.

$$S = (1 - R)p \quad (5)$$

Vrednost ugovora se nakon toga menja tokom vremena kao i tržišna vrednost premije S .

Izraz (5) možemo prevesti u implicitnu verovatnoću difolta:

$$p = \frac{S}{(1 - R)} \quad (6)$$

¹ Tržišni podaci o CDS spreadovima su preuzeti sa sajta Bloomberg-a 05.05.2013. godine

Na taj način, za dnevne podatke o CDS spreadovima možemo izračunati implicitne verovatnoće difolta bazirane na definisanoj stopi povraćaja u slučaju difolta, R . Na primer, ako je stopa povraćaja u slučaju difolta 40% (što je vrednost jednaka tržišnoj konvenciji), onda bi se CDS spread od npr. 420 baznih poena mogao prevesti u verovatnoću difolta od 7%.

Većina modela vrednovanja CDS ugovora ne uzima u obzir negativnu korelaciju između stope povraćaja u slučaju difolta i verovatnoće difolta, iako je ona empirijski potvrđena.

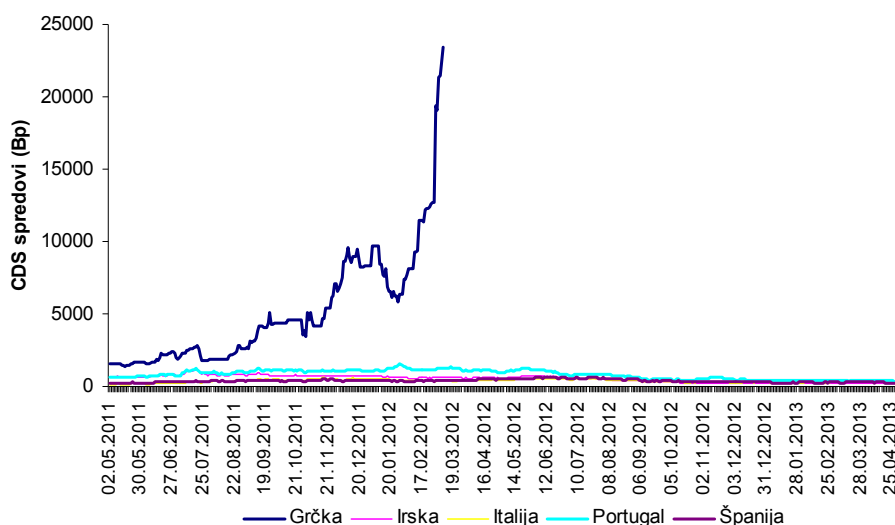
U prethodnom periodu značajnih tržišnih nestabilnosti značajan broj radova se bavio pitanjem stope povraćaja u modelima koji mere kreditni rizik. Uobičajen cilj je bio da se izvedu implicitne stope povraćaja ili verovatnoće difolta iz podataka o cenama obveznica ili CDS spreadova. Većina studija je, međutim, bazirana na jakoj pretpostavci da su stope povraćaja konstantne i nezavisne od verovatnoća difolta. Ipak, ono što empirijski dokazi potvrđuju jeste stohastička priroda stopa povraćaja i njihova negativna korelacija sa verovatnoćama difolta (vidi npr. Altman *et al.* 2005, Altman 2009 i Jaskowski 2011).

4. EMPIRIJSKI DOKAZI O PONAŠANJU CDS SPREDOVA TOKOM POSLEDNJE DUŽNIČKE KRIZE

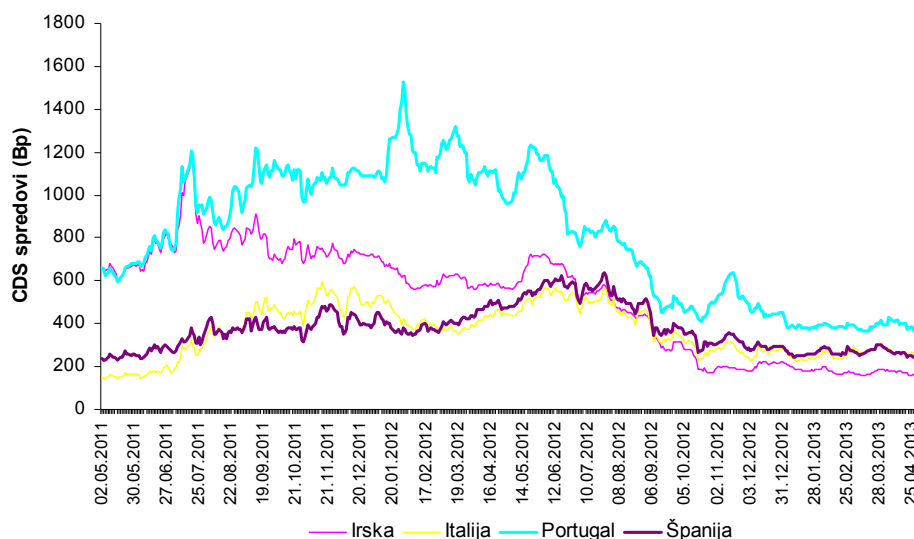
Empirijsko ispitivanje ponašanja CDS spreadova pre i tokom krize pokazuje da se, kako u razvijenim zemljama tako i u zemljama u razvoju u Evropi, spreadovi nisu značajnije menjali pre krize uprkos pogoršanju makroekonomskih parametara ovih privreda u dužem vremenskom periodu. Institucionalni okvir jedinstvene valutne zone u situaciji visoke globalne likvidnosti i privredne ekspanzije rezultovao je prevelikom optimizmom tržišnih učesnika. Zemlje članice Evrozona, kao i potencijalne buduće članice, smatrale su institucionalni i politički okvir Evrozona dovoljno jakim zaštitom od mogućih šokova. Takav stav je rezultovao nižim stepenom averzije pema riziku i moral hazard ponašanjem kako tržišnih učesnika tako i kreatora ekonomske politike (IMF 2012). Opala je disciplina na svim nivoima, a interne neravnoteže po zemljama su nastavile da se uvećavaju.

Akumulirane neravnoteže nisu adekvatno reflektovane kroz kretanje premije za kreditni rizik. Zapravo, smanjenje CDS spreadova koje smo mogli uočiti pre krize ukazivalo je na to da periferne članice Evrozona i ostale evropske zemlje sa fiksnim kursovima pokazuju brzu integraciju sa središtem Ekonomske i monetarne unije uprkos pogoršanju njihovih fundamentalnih ekonomskih faktora (Alberola *et al.* 2012). U nekim drugim zemljama na globalnom nivou, posebno u regionu Azije i Latinske Amerike, korelacija između fundamentalnih faktora i CDS spreadova tokom perioda kriza na tim prostorima bila je znatno izraženija i negativna. Tek sa otpočinjanjem krize u Evropi izašle su na videlo sve slabosti institucionalnog uređenja u oblasti ekonomske koordinacije, nadzora i fiskalne discipline. Kada su strukturne neravnoteže postale očigledne, tržišta su naglo reagovala i sankcionisala evropske zemlje sa lošom makroekonomskom pozicijom, što se bitno odrazilo na kretanje CDS spreadova i uticalo na njihovu naglu divergenciju.

Za ilustraciju koristimo CDS premije na suvereni dug ročnosti 5 godina kao proksi za kretanje kreditnog rizika. Naredni prikaz pokazuje kretanje CDS spreadova za ugrožene periferne članice Evrozona: Grčku, Irsku, Italiju, Portugal i Španiju. Uzorak prati dnevne podatke o spreadovima u periodu od 02.05.2011. godine do 03.05.2013. godine.



Grafikon 2: Kretanje CDS spreadova za 5-ogodišnji suvereni dug perifernih članica Evrozona



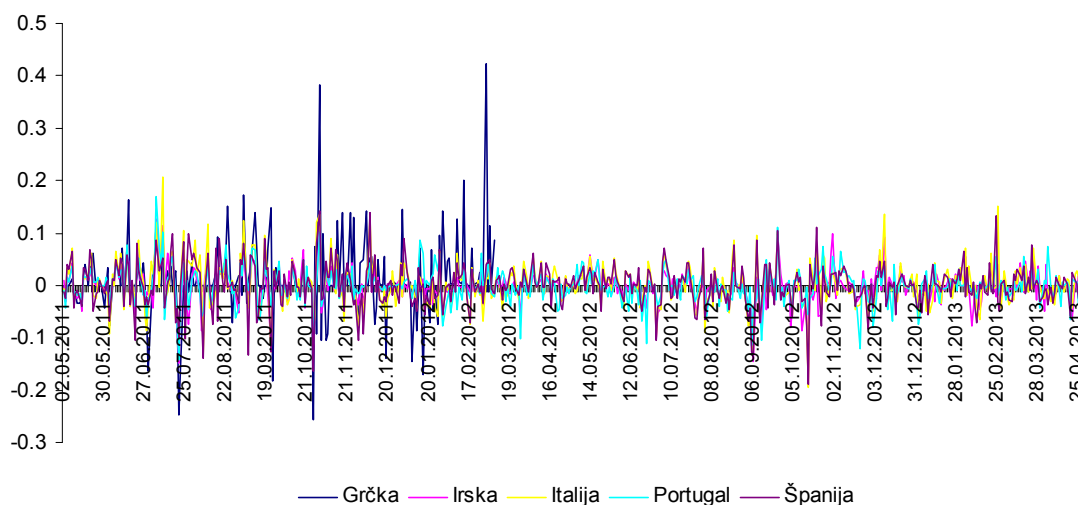
Izvor: Bloomberg

Grafikon 3: Kretanje CDS spreadova za 5-ogodišnji suvereni dug perifernih članica Evrozone (bez Grčke)

Možemo uočiti značajan proces divergencije u kretanju spreadova posmatranih zemalja tokom 2011. i 2012. godine (koji je započeo još 2009. godine) i trend postepenog pada spreadova tokom 2013. godine nakon značajnih intervencija na nivou EU i Evrozone kako bi se smanjio rizik bankrota ugroženih članica.

CDS spreadovi od momenta početka krize 2009. godine pokazuju znatno bržu reakciju od prinosa na državne obveznice, iako su pre krize pokazivali slično neelastično ponašanje. Kretanje u istom smeru kako CDS spreadova tako i prinosa državnih hartija nije neobično s obzirom na to da zavise od sličnog skupa fundamentalnih faktora. Značajna pozitivna korelacija između CDS spreadova i prinosa obveznica u periodu od 2003-2009. godine za periferne članice Evrozone ukazuje na to da su obe promenljive slično reagovale u fazi ekspanzije, pre krize, zanemarujući strukturne neravnoteže kod posmatranih zemalja (Barrios *et al.* 2010).

Osetljivost CDS spreadova (kao i prinosa na državne hartije) se promenila (povećala) sa početkom krize. U čitavom periodu koji uzorak prati, promena CDS spreadova za Grčku je pokazivala značajnu varijabilnost ukazujući na finansijske i fundamentalne poteškoće u ovoj zemlji. Slična, iako blaža pojava karakteriše i ponašanje CDS spreadova na italijanski, španski, portugalski i irski dug.



* Podaci za Grčku su dostupni zaključno sa 08.03.2012. godine

Izvor: Kalkulacija autora na bazi podataka sa Bloomberg-a

Grafikon 4: Promene CDS spreadova u posmatranom periodu* (ln)

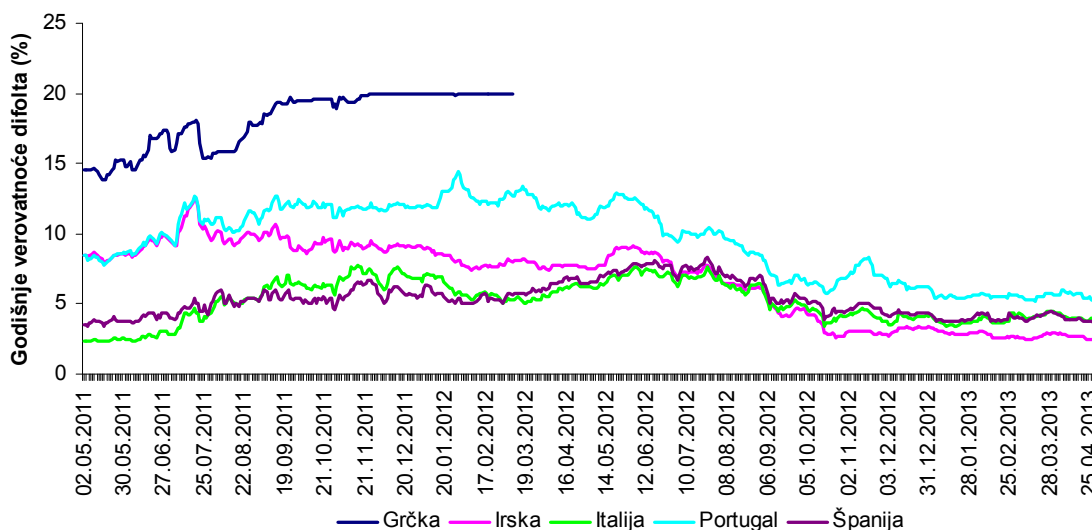
Tabela 1: Varijabilnost i srednje vrednosti promena CDS spredova za periferne članice Evrozone

	Grčka	Irska	Italija	Portugal	Španija
Period od 02.05.2011-08.03.2012. godine					
Standardna devijacija	0,073928	0,034244	0,047712	0,036116	0,047193
Aritmetička sredina	0,012667	-0,00032	0,004264	0,002883	0,002454
Čitav posmatrani period od 02.05.2011-03.05.2013. godine					
Standardna devijacija	0,073928*	0,031740	0,041691	0,032578	0,040637
Aritmetička sredina	0,012667*	-0,002854	0,000972	-0,001279	-0,000077

* Podaci za Grčku su dostupni zaključno sa 08.03.2012. godine

Izvor: Kalkulacija autora na bazi podataka sa Bloomberg-a

Na bazi tržišnih podataka o CDS spredovima, izračunali smo implicitne verovatnoće difolta za posmatrane zemlje pod pretpostavkom da stopa povraćaja u slučaju difolta iznosi 40%. Verovatnoće difolta su značajno uvećane nakon početka krize, posebno u Grčkoj. Sa porastom intervencija na nivou Evrozone i čitave EU, tokom 2013. godine verovatnoće difolta pokazuju silazni trend.



Izvor: Kalkulacija autora na bazi podataka sa Bloomberg-a

Grafikon 5: Godišnje verovatnoće difolta izračunate na bazi podataka o kretanju CDS spredova za periferne članice Evrozone

Grčka je 09. marta 2012. godine aktivirala posebnu klauzulu ugrađenu u njene obveznice (engl. Collective Action Clause - CAC) što je rezultovalo proglašenjem kreditnog događaja (nemogućnost dužnika da izmiri dug) od strane Međunarodne asocijacije za svop i derivatne ugovore - ISDA². Aukcija poravnjanja CDS ugovora za grčki dug je održana 19. marta, do kada je većina starih obveznica koje su imali investitori zamenjena za paket koji se sastojao od novih grčkih obveznica, obaveza Evropskog fonda za finansijsku stabilnost (engl. European Financial Stability Facility - EFSF) i dužničkih hartija vezanih za promenu BDP-a. Procesom restrukturiranja postojeći iznos grčkog suverenog duga je smanjen za približno 100 milijardi evra (Duffie and Thukral 2012).

Naredna tabela sumira ponašanje CDS spredova i implicitnih verovatnoća difolta za posmatrane periferne članice Evrozone. Posmatra se period od 02.05.2011-08.03.2012. godine i momenta aktiviranja CAC klauzule od strane Grčke, kao i čitav period zaključno sa 03.05.2013. godine. Korišćeni su dnevni podaci za CDS spredove uz pretpostavku o stopi povraćaja od 40%. Za svaku zemlju je izračunata prosečna, minimalna i maksimalna vrednost CDS spreda u posmatranim periodima. Dodatno, izračunate su i implicitne verovatnoće difolta za posmatrane zemlje.

Ono što se može uočiti na bazi prezentovanih podataka i izračunatih verovatnoća jeste činjenica da se korektivna funkcija tržišta značajno pojačala nakon svetske i sa početkom dužničke krize u Evrozoni. Slika koju nam ovi pokazatelji daju danas jeste mnogo realniji prikaz finansijskih i strukturnih teškoća sa kojima se ove zemlje suočavaju. Ono što se može očekivati u narednom periodu jeste da će tržišta nastaviti da budu mehanizam podizanja discipline transaktora kako u epizodama kriza, tako i u stabilnim periodima.

² ISDA –International Swaps and Derivatives Association

Tabela 2: Sumarni prikaz CDS spredova i implicitnih verovatnoća difolta perifernih članica Evrozone

Zemlja	Prosečne vrednosti		Minimalne vrednosti		Maksimalne vrednosti	
	Spred (bp)	Verovatnoća difolta (%)	Spred (bp)	Verovatnoća difolta (%)	Spred (bp)	Verovatnoća difolta (%)
Period od 02.05.2011-08.03.2012. godine						
Grčka	5085	18,2	1406	13,8	23389	20
Irska	732	9,1	558	7,4	1192	12,6
Italija	373	5,3	144	2,3	592	7,8
Portugal	1005	11,2	594	7,8	1527	14,4
Španija	357	5,1	226	3,4	491	6,7
Čitav posmatrani period od 02.05.2011-03.05.2013. godine						
Irska	519	6,8	155	2,4	1192	12,6
Italija	364	5,2	144	2,3	592	7,8
Portugal	811	9,5	344	5	1527	14,4
Španija	376	5,3	226	3,4	641	8,3

Izvor: Kalkulacija autora na bazi podataka sa Bloomberg-a

5. ZAKLJUČAK

Poslednja svetska kriza ima određenih sličnosti sa krizama u prethodnim decenijama u pogledu akumulacije makroekonomskih i finansijskih neravnoteža koje su bile praćene neadekvatnom ekonomskom politikom i odsustvom discipline transaktora. Jedna od posledica poslednje krize jeste i otkrivanje internih slabosti zemalja pod okriljem Ekonomske i monetarne unije u Evropi. Nastavak krize u obliku dužničke krize perifernih članica Evrozone doveo je do specifičnih reakcija tržišta na kreditni i druge oblike rizika koji su akumulirani u prethodnom periodu. Kada su se ukazale interne slabosti zemalja članica, tržišta su ih oštro sankcionisala. To se može uočiti kroz značajnu divergenciju CDS spredova i njihovu povećanu elastičnost u odnosu na kretanje fundamentalnih faktora posmatranih privreda. Empirijska provera sugerise da je kretanje suverenih CDS spredova suštinski bazirano na makroekonomskim parametrima zemalja uprkos određenom odstupanju od te relacije pre krize. Korektivni pritisak finansijskih tržišta će sigurno biti nastavljen i u narednom periodu i pratiće napore ekonomskih vlasti usmerene na rešavanje krize i dugoročnu makroekonomsku stabilnost.

LITERATURA

- [1] Alberola, E., Molina, L., & del Río P. (2012). Boom-bust Cycles, Imbalances and Discipline in Europe. Documentos de Trabajo N.º 1220. Madrid: Banco de España.
- [2] Altman, E. I., Brady, B., Resti, A., & Sironi, A. (2005). The link between default and recovery rates: theory, empirical evidence and implications. *Journal of Business*, 78, 2203-2227.
- [3] Altman, E. I. (2009). Default Recovery Rates and LGD in Credit Risk Modeling and Practice. <http://people.stern.nyu.edu/ealtman/UpdatedReviewofLiterature.pdf> (Access: 10 April 2013).
- [4] Barrios, S. et al. (2010). Determinants of intra-euro area government bond spreads during the financial crisis. Proceedings of the "Challenges for fiscal sustainability in the EU" - ECB Public Finance Workshop, Frankfurt, Germany, January 2010.
- [5] Duffie D., & Thukral M. (2012). Redesigning Credit Derivatives to Better Cover Sovereign Default Risk. Working Paper No. 118. Rock Center for Corporate Governance at Stanford University.
- [6] IMF. (2012). Global Financial Stability Report. Washington, D. C.: International Monetary Fund.
- [7] Jaskowski M. (2011). Estimation of Implied Recovery Rates. A Case Study of the CDS Spreads Market. <http://www.wu.ac.at/vgsf/students/eir.pdf> (Access: 17 April 2013).
- [8] www.bloomberg.com. (Access: 05 May 2013).



LIKVIDNOST BANKARSKOG SEKTORA SRBIJE

SERBIAN BANKING SECTOR LIQUIDITY

JELENA OBRADOVIĆ¹, MILOŠ DRAGOSAVAC², SONJA ARSIĆ³

¹ Visoka poslovna škola strukovnih studija, Novi Sad, jelena.obradovic.vps@gmail.com

² Visoka poslovna škola strukovnih studija, Novi Sad, dragosavac.vps@gmail.com

³ Phd student, Ekonomski fakultet Niš, sonjaarsic87@hotmail.com

Rezime: Jedan od osnovnih preduslova za uspešno funkcionisanje i izvršenje obaveza banaka jeste dostizanje zadovoljavajućeg nivoa likvidnosti. Uspeh banake u velikoj meri zavisi od činjenice da li banka može da svede na prihvatljiv nivo rizik likvidnosti i ostale rizike sa kojima se suočava. Ovo je od ključnog značaja ne samo za banku, već i za njene klijente, među kojima mnogi veliki deo svog poslovanja temelje na bankarskim uslugama. U prvom delu rada govorimo o riziku likvidnosti, njegovim osnovnim obeležjima i načinu upravljanja ovim rizikom. U drugom delu opisani su indikatori likvidnosti, kao i stanje bankarskog sektora Srbije sa aspekta likvidnosti.

Ključne reči: banka, likvidnost, rizik likvidnosti, indikatori likvidnosti

Abstract: One of the main preconditions of successful functioning and performance of the obligations of banks is achieving satisfactory level of liquidity. The success of bank largely depends on whether the bank can reduce liquidity risk and other faced risks to an acceptable level. This is crucial, not only for the bank, but also for its clients, including those whose business is based on banking services. In the first part of this paper we have written about liquidity risk, its basic features and method of managing this risk. The second part describes the indicators of liquidity, as well as the state of the Serbian banking sector in terms of liquidity.

Keywords: Bank, Liquidity, Liquidity risk, Indicators of liquidity

1. UVOD

Banka je finansijska organizacija koja zasniva obavljanje svojih poslova na načelima likvidnosti, sigurnosti i rentabilnosti kako bi ostvarila dobitak. Rizik likvidnosti spada u grupu najznačajnijih finansijskih rizika u bankarstvu. Ovaj rizik se javlja u slučaju kada likvidna aktiva banke nije dovoljna da podmiri njene obaveze. Vežan je za mogućnost nastanka negativnih efekata na finansijski rezultat.

Banka svoje poslovanje temelji na vlastitim izvorima koje čine deonički kapital i razni oblici rezervi, kao i tuđim prikupljenim i pribavljenim sredstvima od domaćih i stranih fizičkih i pravnih osoba. (Jurman 2005) Na osnovu prikupljenih sredstava banka izdvaja deo za podmirivanje obavezne rezerve i rezerve likvidnosti. Ostatak sredstava ulaže u kreditne i nekreditne plasmane. Da bi nesmetano ostvarilo ulogu posrednika između onih koji rapolazu viškom i onih koji imaju manjak finansijskih sredstava, banka mora raspolagati likvidnim sredstvima u domaćoj i stranoj valuti na računima i u blagajnama.

Banke su zadužene za uspešno funkcionisanje platnog prometa u zemlji i inostranstvu. Nelikvidnost banke koči ostvarenje ovog procesa i ne dozvoljava deponentima da na željeni način obavljaju plaćanje. Posledica toga je usporavanje i blokada cirkulacije novčanih sredstava u zemlji i prema inostranstvu, što dalje može dovesti do nastanka nepoverenja u bankarski sistem, kao i „juriša“ na banke. Za svaku banku je od ključnog značaja da u svakom momentu bude likvidna da ne bi došla u situaciju da koči kako svoje poslovanje, tako i poslovanje svojih klijenata. Svaka banka koja održava zadovoljavajući nivo likvidnosti ima sposobnost da: odgovori iznenadnim potrebama za likvidnim sredstvima u operativnom poslovanju, sačuva finansijsko zdravlje u periodu finansijskih kriza (budući da se finansijske krize inicijalno manifestuju kao krize likvidnosti), iskoristi profitnu šansu (ako se ukaže) ulaganjem likvidnih sredstava u investicije sa nadprosečnim profitnim potencijalom. (Vunjak, Davidović, Stefanović 2012)

2. OSNOVNA OBELEŽJA LIKVIDNOSTI BANKE

Potreba banaka za dostizanjem likvidnosti se može sagledati u okviru ponude i tražnje sredstava. Može se sa sigurnošću tvrditi da za većinu banaka najveća potraživanja utrživih sredstava dolaze iz dva izvora: povlačenjem gotovine sa deponentnih računa od strane komitenata, i zahtevima za kreditima od strane komitenata, koje banke žele da zadrže, i to u obliku novih kreditnih zahteva, ili obnavljanju kredita koji ističu, ili povlačenju novca na osnovu postojećih kreditnih linija. (Orlić 2011)

Pored navedenih, postoje i drugi izvori potražnje likvidnih sredstava koji podrazumevaju otplatu obaveza na pozajmljena sredstva. Finansijske aktivnosti komitenata banke predstavljaju jedan od najvećih problema održavanja likvidnosti. Suština problema upravljanja likvidnošću za banku može se predstaviti kroz sledeće: vrlo je retko da potraživanja za likvidnim sredstvima banke budu jednaka njihovoj ponudi u nekom određenom vremenskom periodu. Banka zapravo mora stalno da upravlja manjkom, ili viškom sredstava. Postoji uzročni odnos između likvidnosti i profitabilnosti banke. Što su resursi banke sposobniji da pokriju potraživanja za likvidnim sredstvima, to znači da će se ostvariti manje očekivana profitabilnost banke. (Orlić 2011)

Kada su u pitanju indikatori nelikvidnosti poslovne banke, tu je bitno istaći sledeće: nedovoljan iznos novčanih sredstava za pokrivanje naloga komitenata na računu kod centralne banke, nivo obaveznih rezervi kod centralne banke, koji je niži od propisanog, nemogućnost isplaćivanja novčanih sredstava po osnovu odobrenih kredita i nemogućnost otplaćivanja korišćenih kredita od strane centralne banke, poslovnih banaka ili u inostranstvu.

Najteži oblik nelikvidnosti nastaje u slučaju dejstva svih navedenih faktora. Kada govorimo o likvidnosti, trebalo bi razlikovati: likvidnost pojedinog potraživanja, likvidnost aktive i likvidnost ukupnog poslovanja. (Barjaktarović 2009)

Imovina koju banka poseduje se najvećim delom sastoji iz raznih kratkoročnih i dugoročnih potraživanja u domaćoj i stranim valutama. Likvidnost bilo kog potraživanja je njegova mogućnost da se u što kraćem vremenu unovči, bez značajnijih gubitaka. Likvidnost pojedinog potraživanja je uslovljena kreditnom sposobnošću dužnika, od stanja na finansijskom tržištu na kom učestvuje banka i od prinosa koji bankarski proizvod donosi. Pri oceni likvidnosti pojedinog potraživanja treba voditi računa o tri elementa: o verovatnoći da se potraživanje u kratkom roku može stvarno pretvoriti u novac, o verovatnoći da se pri toj transakciji može postići odgovarajuća cena i o verovatnoći da se u određenom razdoblju navedene dve verovatnoće neće promeniti. (Mc Kean 1951)

Likvidnost aktive podrazumeva da ne postoje prepreke prilikom pretvaranja slobodnih novčanih sredstava banke u investicije i obrnuto. Indeks likvidnosti aktive kreće se od 0 do 1 i zapravo pokazuje izračunavanje „štete“ ili gubitka koji bi banka pretrpela ako bi bila prisiljena da unovči svoju aktivu pre ugovorenog roka dospeća. (Jurman 2005) Likvidnost ukupnog poslovanja – raspoloživa novčana sredstva koja banka izračunava kao razliku između raspodele dospelih potraživanja i raspodele dopelih obaveza. (Barjaktarović 2009)

3. UPRAVLJANJE LIKVIDNOŠĆU BANAKA

Likvidnost banke se menja sa obavljanjem njenih transakcija. Bazelski komitet je septembra 1992. godine objavio dokument pod nazivom: Okvir za merenje i upravljanje likvidnošću. Na osnovu ovog dokumenta, osnovni način za dostizanje zadovoljavajućeg nivoa likvidnosti u banci je komunikacija i razmena informacija između banke i supervizora. Ukoliko banka u svojoj pasivi i aktivu poseduje i stranu valutu njeno upravljanje likvidnošću biće kompleksnije, a za to se mogu navesti dva razloga: banka ne poznaje dobro strano okruženje kao što poznaje okruženje u svojoj zemlji i banka ne može da odgovori na zahtev za konverziju domaće valute za stranu i obratno ukoliko ne raspolaže sa dovoljnom količinom deviznih sredstava.

Bazelski komitet smatra da strategija upravljanja likvidnošću se sastoji iz tri koraka: merenje i upravljanje neto finansiranjem, upravljački pristup tržištu, planiranje priliva i odliva gotovine za odabrani budući vremenski period. (Basel Committee on banking supervision 1992)

NBS kontinuirano prati kretanje likvidnosti bankarskog sektora Srbije u celini i podatke o visini pokazatelja likvidnosti objavljuje na svom sajtu i u svojim godišnjim izveštajima koje podnosi Narodnoj skupštini na usvajanje.

Snažan udar na likvidnost bankarskog sektora Srbije se desio u oktobru 2008. godine i februaru 2009. godine. NBS je preduzela odgovarajuće mere podrške finansijskoj stabilnosti i te mere su ublažile problem likvidnosti bankarskog sektora. U toku 2009. godine veliki iznos depozita koji su bili povučeni od strane stanovništva krajem 2008. godine povraćen je u bankarski sektor. I pored toga bankarski sektor se 2009.

godine i dalje dosta oslanjao na inostrano finansiranje. Pozitivno na likvidnost bankarskog sektora je uticalo sprovođenje Programa podrške finansijskom sektoru koji je poznat pod nazivom "Bečka inicijativa". Likvidnost banaka je sprovođenjem ovog programa znatno poboljšana tako da tokom 2009. godine nijedna banka na teritoriji Srbije nije tražila pomoć od Narodne banke Srbije. Tokom 2009. godine likvidnost bankarskog sektora je bila na zadovoljavajućem nivou i cele godine mesečni pokazatelj likvidnosti je iznosio znatno više od propisanog minimuma.

Tokom 2009. godine odnos likvidne prema ukupnoj imovini je bio u proseku oko 60%. Samo na kraju prvog tromesečja ovaj rasio je bio u padu, i tada je likvidna imovina činila 30% ukupne imovine bankarskog sektora. Najveću vrednost ovaj rasio je dostigao krajem godine kada je likvidna imovina pokrivala 57% svih depozita. Ovakva struktura bilansa stanja banaka u Srbiji je posledica i činjenice da banke u Srbiji nisu sklone riziku i da većinu njihovih plasmana čini ulaganje u nerizične hartije od vrednosti.

U ovom periodu dolazi do poboljšanja ukupne likvidnosti bankarskog sektora, naročito dinarske likvidnosti. Jedan od razloga poboljšanja je i svakako promena načina izdvajanja dinarskog dela rezervi od strane banaka. Ovu promenu je uvela NBS i ona se odnosi na sve banke koje su pristupile Programu podrške finansijskom sektoru. Krajem 2009. godine likvidna imovina je u celosti pokrivala depozite stanovništva, i odnos likvidne imovine i depozita stanovništva je iznosio 117%. Osnovna zamerka koja je upućena bankarskom sektoru Srbije za ovaj period odnosi se na činjenicu da se banke u Srbiji i dalje u velikoj meri oslanjaju na inostrane izvore finansiranja.

U narednoj tabeli biće dat prikaz pokazatelja likvidnosti bankarskog sektora u Srbiji za period od 2005. do 2009. godine.

Tabela 1: Pokazatelji likvidnosti bankarskog sektora Srbije (2005.-2009.)

Godina	2005.	2006.	2007.	2008.	III 09.	VI 09:	IX 09.	XII 09.
Prosečni mesečni pokazatelj likvidnosti	2,1	2,4	2,1	1,8	1,9	1,8	1,8	1,9
Likvidna aktiva/ukupna aktiva	0,30	0,42	0,38	0,32	0,30	0,32	0,34	0,34
Likvidna aktiva /ukupni depoziti	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6
Likvidna aktiva/ukupni depoziti stanovništva	1,1	1,7	1,4	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2
Likvidna aktiva/ depoziti po viđenju stanovništva + kratkoročni depoziti	1,3	2,0	1,6	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3

Izvor: Narodna banka Srbije

Značaj upravljanja rizikom likvidnosti se ogleda u sledećem: banke imaju specifičnu ulogu transformisanja kratkoročnih izvora sredstava u dugoročnu aktivu. Efektivno i efikasno upravljanje rizikom likvidnosti, kroz procenu neophodnog novčanog toka kako u redovnom poslovanju, tako i u slučajevima vanrednih okolnosti, omogućava banci blagovremeno ispunjavanje obaveza koje dospevaju, a koje su pod uticajem internih i eksternih događaja i ponašanja svih učesnika na finansijskom tržištu. Upravljanje rizikom likvidnosti ima uticaj ne samo na dobit i kratkoročnu sposobnost banke da izmiruje dospele obaveze već i na kapital i na dugoročnu sposobnost banke da izmiruje svoje obaveze. Međuzavisnost rizika likvidnosti i drugih rizika kojima banka jeste ili može da bude izložena (npr. kreditni, tržišni, operativni, reputacioni i strateški rizik, rizik koncentracije i sl.) veoma je visoka. Zbog toga je neophodno da banka analizira sveobuhvatan uticaj drugih rizika na rizik likvidnosti, kao deo jedinstvenog sistema upravljanja rizicima. Problemi s likvidnošću jedne banke mogu da imaju i šire posledice na bankarski sektor i finansijski sistem. (NBS 2008)

4. INDIKATORI LIKVIDNOSTI BANAKA

U praksi se kao indikatori likvidnosti mogu koristiti različiti pokazatelji. Najčešće se koriste: a) pokazatelji tekuće likvidnosti (odnos kratkoročne aktive i kratkoročnih obaveza) koji nam pokazuju da li je banka u kratkom roku likvidna. Prilikom izračunavanja ovog pokazatelja uzimaju se u obzir samo kratkoročna aktiva i kratkoročne obaveze čiji je rok dospeća kraći od godinu dana. b) odnos kapitala i depozita (dati krediti i primljeni depoziti) koji nam pokazuje da li banka može date kredite da pokrije primljenim depozitima. Što je pokazatelj veći manja je likvidnost banke. c) odnos kratkoročne aktive i ukupno datih kredita nam pokazuje

u kojoj meri kratkoročna aktiva banke može da pokrije ukupno date kredite. Što je ovaj pokazatelj veći veća je i likvidnost banke.

Za izračunavanje navedenih pokazatelja neophodne su nam sledeće stavke bilansa stanja: kratkoročna aktiva, kratkoročna pasiva, iznos datih kredita i iznos primljenih depozita. (tabele 2,3,4,5)

Tabela 2: Vrednost kratkoročne aktive za pet najvećih banaka u Srbiji u periodu od 2008-2011. godine

Banke	2008.	2009.	2010.	2011.
Banka Intesa	199,121,131	205,960,754	267,530,844	268,545,875
Komercijalna Banka	136,634,336	143,430,269	172,476,198	174,135,750
Vojvodanska Banka	64,915,224	53,514,563	58,619,201	60,671,745
Raiffeisen bank	103,188,832	118,330,764	102,620,321	120,814,794
Poštanska Štedionica	15,803,854	16,970,483	22,550,288	24,990,932

Tabela 3: Vrednost kratkoročne pasive za pet najvećih banaka u Srbiji u periodu od 2008-2011. godine

Banke	2008.	2009.	2010.	2011.
Banka Intesa	66,666,321	79,671,974	82,279,285	99,065,911
Komercijalna Banka	35,239,198	41,856,623	43,280,179	52,412,938
Vojvodanska Banka	15,765,663	15,904,883	16,563,105	16,066,981
Raiffeisen bank	173,161,927	135,988,914	42,935,919	35,759,450
Poštanska Štedionica	11,919,035	19,917,251	13,289,952	15,948,833

Tabela 4: Iznos datih kredita pet najvećih banaka u Srbiji u periodu od 2008-2011. godine

Banke	2008.	2009.	2010.	2011.
Banka Intesa	165,524,335	181,075,737	245,087,299	249,337,725
Komercijalna Banka	106,231,447	115,106,246	150,566,311	155,719,207
Vojvodanska Banka	46,840,868	44,251,420	51,725,498	51,247,164
Raiffeisen bank	79,338,991	59,6712,503	96,984,321	102,784,275
Poštanska Štedionica	8,219,662	6,688,979	8,219,662	16,581,799

Tabela 5: Iznos primljenih depozita pet najvećih banaka u Srbiji u periodu od 2008-2011. godine

Banke	2008.	2009.	2010.	2011.
Banka Intesa	47,993,228	30,700,608	45,255,242	57,106,462
Komercijalna Banka	1,452,325	145,319	923,105	1,603,761
Vojvodanska Banka	3,987,987	2,784,130	417,758	5,447,818
Raiffeisen bank	12,284,094	40,157,629	14,908,863	25,072,785
Poštanska Štedionica	4	0	2,409	344

Koristeći navedene podatke, dolazimo do sledećih indikatora likvidnosti: (tabele 6, 7, 8)

Tabela 6: Odnos kratkoročne aktive i kratkoročne pasive pet najvećih banaka u Srbiji (2008-2011)

Banke	2008.	2009.	2010.	2011.
Banka Intesa	2,99	2,59	3,25	2,71
Komercijalna Banka	3,87	3,43	3,99	3,32
Vojvodanska Banka	4,12	3,36	3,54	3,78
Raiffeisen bank	0.60	0.87	2,39	3,39
Poštanska štedionica	1,33	0.85	1,88	3,04

Odnos kratkoročne aktive i kratkoročne pasive nam pokazuje tekuću likvidnost banke. Ukoliko je vrednost koeficijenta veća, veća je i tekuća likvidnost banke. Iz predhodne tabele možemo uvideti da su navedene banke uspele da održe tekuću likvidnost. Među njima najuspešnija u tome je Vojvodanska banka, a najmanje uspešna je Poštanska štedionica.

Tabela 7: Odnos datih kredita i primljenih depozita pet najvećih banaka u Srbiji (2008-2011)

Banke	2008.	2009.	2010.	2011.
Banka Intesa	3,45	5,90	5,42	4,37
Komercijalna Banka	73,1	79,2	163,1	97,1
Vojvodanska Banka	11,75	15,90	123,82	9,41
Raiffeisen bank	6,46	1,49	6,50	4,1
Poštanska Štedionica	205491,5	/	3412,06	48202,9

Jedan od indikatora likvidnosti koji se često koristi u praksi je i odnos datih kredita i primljenih depozita. Ovaj koeficijent nam pokazuje koliko je banka odobrila kredita po jedinici primljenog depozita. Što je vrednost ovog koeficijenta veća, manja je likvidnost banke. Najuspešnija banka u održavanju likvidnosti, sudeći po ovom pokazatelju je Raiffeisen banka koja je vrednost ovog indikatora u posmatranom periodu držala na veoma niskom nivou. Najneuspešnija banka u očuvanju likvidnosti je Poštanska štedionica koja je 2011. godine odobravalala čak 48202 jedinice kredita na jednu jedinicu primljenih depozita.

Tabela 8: Odnos kratkoročne aktive i ukupno datih kredita pet najvećih banaka u Srbiji (2008-2011)

Banke	2008.	2009.	2010.	2011.
Banka Intesa	1,2	1,1	1,1	1,1
Komercijalna Banka	1,3	1,2	1,1	1,1
Vojvodanska Banka	1,4	1,2	1,1	1,2
Raiffeisen bank	1,3	2,1	1,1	1,2
Poštanska Štedionica	1,92	2,5	3,0	3,80

Odnos kratkoročne aktive i datih kredita nam pokazuje sa koliko jedinica kratkoročne aktive je pokrivena jedna jedinica datog kredita. Vrednost ovog koeficijenta za posmatrani period je pozitivna, što nam pokazuje

da su navedene banke u posmatranom periodu imale pozitivan odnos između kratkoročne aktive i odobrenih kredita.

5. ZAKLJUČAK

Aktuelna kriza u svetu i dešavanja u bankarskom sektoru država dodatno su naglasile značaj likvidnosti banaka. Održanje likvidnosti smatra se osnovnim preduslovom za poslovanje banke na finansijskom tržištu. Ukoliko u banci ne postoji adekvatan stepen likvidnosti, to je jedan od prvih znakova ozbiljnih problema banke. Domaći bankarski sektor je kao deo globalnog finansijskog sistema u doba krize osetio posledice, ali zbog svoje veličine i razvijenosti svakako u mnogo manjoj meri u poređenju sa razvijenijim bankarskim sistemima i tržištima. Na osnovu analize indikatora likvidnosti banaka u Srbiji možemo zaključiti da u prvim godinama krize nisu postojali problemi sa likvidnošću. Najveća zamerka našem bankarskom sistemu bila je veliko oslanjanje na inostrano finansiranje. Izračunavanjem i analizom indikatora likvidnosti pet najvećih banaka u Srbiji u periodu od 2008. do 2011. godine došli smo do zaključka da su sa aspekta likvidnosti Banka Intesa i Raiffeisen bank bile najuspešnije, dok je najmanje uspešna bila Poštanska Štedionica.

LITERATURA

- [1] Barjaktarović, L. (2009). Upravljanje rizikom, Univerzitet Singidunum, Beograd, 30-31.
- [2] Basel Committee on banking supervision: Framework for measuring and managing liquidity, September 1992, p.n. 3.
- [3] Diamond, D. & Rajan, R. G. (2001). Liquidity risk, liquidity creation and financial fragility: a theory of banking, *Journal of Political Economy*, Vol.109, No.2, 287-327.
- [4] Hadžić, M. (2009). Bankarstvo, Univerzitet Singidunum, Beograd.
- [5] Jurman, A. (2005). Upravljanje rizikom likvidnosti u bankama, Računovodstvo, revizija i financije, RRiF-plus d.o.o., Zagreb.
- [6] Matić, V. (2008). Rizik likvidnosti, *Bankarstvo*, Vol.37, br.5-6, 76-77.
- [7] Mc Kean, M.H. (1951). Liquidity and a National Balance Sheat, *Readings in Monetary Theory*, Homewood, Illinois.
- [8] Narodna banka Srbije (2010). Izveštaj o stanju u finansijskom sistemu, 19-31.
- [9] Narodna banka Srbije (2008). Principi za upravljanje rizikom likvidnosti.
- [10] Orlić, N. (2011). Bonitet i likvidnost banaka, *Pravno-Ekonomski Pogledi*, God. II br.2, 1-19.
- [11] Repullo, R. (2003). Liquidity, risk taking and the lender of last resort, CEMFI Madrid.
- [12] Vunjak, N., Ćurčić, U. & Kovačević, N. (2008). Korporativno i investiciono bankarstvo, Proleter a.d. Bečej, Ekonomski fakultet Subotica, BLC Banja Luka Colege, Subotica.
- [13] Vunjak, N., Davidović, M. & Stefanović, M. (2012). Uticaj globalne finansijske krize na performanse bankarskog sistema Srbije, *Teme*, Vol.36 br.3, Niš, 1279-1298.
- [14] Wanger, W. (2007). The liquidity of bank assets and banking stability, *Journal of Banking and Finance*, Vol.31, Issue 1, 121-139.
- [15] Živko, I. & Slijepčević, S. (2006). Upravljanje rizikom likvidnosti banaka u tranzicijskim državama, *Ekonomski anali*, br.168, Ekonomski fakultet Beograd, 137-158.
- [16] www.nbs.rs



PAD KAMATNIH STOPA KAO FAKTOR RASTA BANKARSKIH PLASMANA

INTEREST RATE DECREASE AS A FACTOR OF BANKING LOANS GROWTH

MARIJA KNEŽEVIĆ

Procreditbank, Beograd, marijaknezevic@yahoo.com

Rezime: U radu autor ukazuje da smanjenje kamatnih stopa na kredite može doneti pozitivne efekte klijentima tj. privredi i stanovništvu, ali da koristi mogu imati i banke. Analizirajući najznačajnije faktore koji utiču na formiranje cene kredita, utvrđuje se doprinos svakog od njih smanjenju aktivnih kamatnih stopa u proteklom periodu. Na primeru bankarskog sektora Srbije u radu se zaključuje da je smanjenje kamatnih stopa rezultiralo u višim plasmanima klijentima, donoseći im pri tom koristi u vidu nižih troškova finansiranja i viših sredstava za dalje ulaganje. Istovremeno, banke su ostvarile više prihoda što im je omogućilo održavanje zarađivačke moći.

Ključne reči: Kamatne stope, plasmani, neto kamatna marža, bankarski sektor.

Abstract: In this paper author indicates that interest rate decrease can result in positive effects both for the clients i.e enterprises and households, and to the banks. Analyzing the most important factors that determine interest rate on loans, contribution of each has been evaluated. On the example of Serbian banking sector, it is shown that interest rate decrease resulted in higher loan to clients at lower costs. Banks also experienced benefits of higher interest income that allowed maintaining profitability.

Keywords: Interest rates, loans, net interest margin, banking sector.

1. UVOD

Usled nerazvijenosti finansijskog tržišta, bankarski krediti u Srbiji predstavljaju najznačajniji izvor finansiranja privrede. Zato je poznavanje osnovnih elemenata cena kredita tj. strukture aktivnih kamatnih stopa značajno za sve učesnike na tržištu, a naročito na važnosti dobija u uslovima finansijske krize kada se i na strani ponude i na strani tražnje traga za modelima koji bi omogućili poboljšanje uslova poslovanja.

Period od 2001. do 2008. godine bi se mogao označiti kao period oporavka, restrukturiranja i najposle ekspanzije bankarskog sektora. Strukturne promene koje su zahvatile sektor rezultirale su u pozitivnim efektima poput razvoja novih proizvoda, poboljšanja kvaliteta usluga i vraćanju poverenja klijenata u bankarsko poslovanje. Uporedo sa ekspanzijom privredne i bankarske aktivnosti, i profitabilnost sektora je rasla, dostigavši maksimum u 2008. godini sa profitom od 34.74 milijardi dinara i godišnjim stopama rasta i preko 30%. Privredni bum trajao je do 2008. godine, nakon čega se u Srbiji beleži pad bruto društvenog proizvoda i nastupa stagnacija privredne aktivnosti. U takvim okolnostima glavni izazov pred bankarskim sektorom bio je kako u uslovima opšte privredne stagnacije i nelikvidnosti, kada se većina klijenata suočava sa problemima refinansiranja nastalih obaveza održati poslovanje na prihvatljivom nivou, pri tome poštujući regulativna ograničenja pre svega iz oblasti restriktivne monetarne politike i kontrole poslovanja banaka. Jedan od načina za prevazilaženje novonastale situacije bilo je okretanje ka poboljšanju interne produktivnosti i efikasnosti, razvoju proizvoda i usluga koji će to potpomoći. Zaoštrena konkurencija ali i neophodnost zadovoljenja potreba klijenata koje su zadesili likvidnosni problemi, kao moguću strategiju nametnuli su sniženje kamatnih stopa u cilju održavanja adekvatnog nivoa prihoda za pokriće fiksnih troškova i rastućih kreditnih gubitaka.

Nakon pregleda najznačajnijih elemenata cene kredita, odnosno kamatne stope, u radu je na primeru bankarskog sektora Srbije u periodu od 2008. do 2012. godine pokazana međuzavisnost kretanja kamatnih stopa i osnovnih pokazatelja poslovanja banaka i plasmana klijentima kao i koristi koje obe strane ostvaruju.

2. ELEMENTI CENE KREDITA

Kamatna stopa koju banke naplaćuju klijentima (cena kredita) najmanje treba da obezbedi pokriće troškova izvora finansiranja, premije za rizik i operativne troškove poslovanja koje banka ima za servisiranje datih

kredita. Na ovako utvrđenu prelomnu tačku isplativosti kredita, banke dodaju zahtevanu stopu prinosa, u skladu sa očekivanjima investitora. Ovaj metod utvrđivanja cene kredita se naziva metod pomoću troškova, jer se konačna cena koju klijent plaća utvrđuje na osnovu ukupnih troškova koje banka ima za servisiranje odobrenog plasmana.

Ključni element cene kredita su troškovi izvora finansiranja, čijim promenama u kratkom roku, banke prilagođavaju svoje strategije, budući da mogu da izazovu veliki udar na njihovu profitabilnost. Najčešće u praksi korišćen pristup utvrđivanja cene izvora finansiranja jeste metod prosečnih troškova (Rose 2003).

Shodno njemu, cenu sredstava čini prosečna ponderisana cena svih izvora finansiranja koje banka koristi, pri čemu ponder predstavlja raspoloživi iznos određenog izvora finansiranja. U obračun se uključuju svi izvori finansiranja – sve vrste depozita klijenata (tekući računi, štednja po viđenju, oročeni depoziti), pozajmice sa međubankarskog tržišta, krediti od drugih finansijskih institucija. Raspoloživo stanje izvora finansiranja je njihovo stanje nakon odbitka dela za obaveznu rezervu, a kamatna stopa depozita klijenata se dodatno uvećava za iznos obaveznog osiguranja depozita. Na ovaj način, utvrđena cena sredstava predstavlja osnovu za dalju nadogradnju do ukupne cene kredita i u krajnjoj instanci, najmanju stopu prinosa koju prihodonosna aktiva banke treba da obezbedi. Ovaj metod omogućava jednostavno utvrđivanje cene sredstava ali i doprinos pojedinih vrsta izvora finansiranja ukupnim. Jednostavnost primene čini ga široko prihvaćenim alatom u finansijskoj analizi u bankama širom sveta. Ipak, glavni nedostatak ovog modela je izvesno kašnjenje prosečne cene sredstava u slučaju promena kamatnih stopa na tržištu što predstavlja rizik posebno u slučaju njihovog naglog rasta.

Među brojnim rizicima sa kojima se banke suočavaju, kamatna stopa na kredite treba da pokrije najmanje kreditni rizik, odnosno rizik da bilo pozajmljena sredstva bilo pripadajuća kamata neće biti blagovremeno plaćeni. Procena kreditnog rizika (riziko premija), zasniva se na utvrđivanju verovatnoće nastanka rizičnog događaja, kao i proceni visine gubitka usled nastupanja statusa neizmirenja obaveza od strane klijenata. Jedan od široko prihvaćenih modela zasnovan je na analizi migracije klijenata po klasama rizika u određenom vremenskom periodu, na osnovu koga se kasnije vrši procena verovatnoće pogoršanja ili poboljšanja kvaliteta kreditnog portfolija i utvrđivanje adekvatne riziko premije (Crouhy 2001).

Utvrđivanje operativnih troškova (administrativnih i troškova plata) koji u banci nastaju za servisiranje kredita podrazumeva razvijen sistem raspodele nastalih troškova na pojedinačne nosioce. Kako je to izuzetno zahtevan proces i mnogim bankama skup, alternativa je korišćenje uprošćenog modela, odnosno u najjednostavnijoj varijanti odnosa operativnih troškova i ukupne aktive (Rose 2003). Uključivanje operativnih troškova u cenu finansiranja je od izuzetnog značaja jer u zavisnosti od organizacione strukture banke, poslovne orijentacije i njene interne efikasnosti, zavisi i opterećenost proizvoda često fiksnim troškovima. S druge strane, analiza opterećenosti proizvoda troškovima, može da ukaže na pravce za poboljšanje interne organizacije i optimizacije poslovnih procesa što konačno vodi nižim cenama finansiranja za klijente.

Prinos koji plasmani banaka treba da obezbede zavisi od zahtevane stope povraćaja na uloženi kapital (RoE) koju akcionari banke očekuju. Za razliku od ostalih akcionarskih društava, banke se prilikom odabira optimalne strukture finansiranja moraju rukovoditi zahtevima za adekvatnošću kapitala i ograničenjima u pogledu visine kapitala koje regulatori postavljaju. Shodno široko prihvaćenoj regulativi Bazela II, banka u svakom trenutku treba da održava odnos između kapitala i rizične aktive na nivou od najmanje 8%, odnosno 12% koliko je u Srbiji. Nakon svetske finansijske krize, uspostavljena su dodatna ograničenja u pogledu isplate dividendi prema kojima se mogu isplatiti akcionarima samo ukoliko nakon isplate adekvatnost kapitala bude veća za 2.5 procentnih poena od utvrđenog minimuma. Polazeći od očekivanog prinosa na kapital od 15% nakon poreza, najmanja stopa prinosa na aktivu banke, nakon pokrića troškova finansiranja i operativnih troškova, može da se izračuna na osnovu sledeće formule (Besis 2001):

$$rA \geq 15\%E + ocA + iD$$

gde je:

- A - aktiva
- rA – prinos na aktivu
- E – kapital
- oc – operativni troškovi
- i – cena izvora finansiranja (kamatna stopa)
- D – iznos pozajmljenih sredstava tj. obaveza banke

Datu jednačinu je bolje izraziti preko ukupne aktive jer je univerzalnije. S obzirom da su ukupne obaveze razlika aktive i kapitala, jednačina se može izraziti u sledećem obliku:

$$rA \geq (oc + i)A + (15\% - i)B$$

Iako se napred navedenim modelom može utvrditi za banku prihvatljiva cena kredita koja se naplaćuje klijentima, konačna odluka zavisi od dodatnih, nekada teško merljivih faktora. Pre svega, to su konkurencija na tržištu, vrsta i namena kredita, ročnost kredita ali i saradnja banke sa konkretnim klijentom ili odabranom ciljnom grupom klijenata. Veza između klijenta i banke, potencijal za buduću saradnju i korišćenje pored kreditnih i drugih proizvoda i usluga koje banka pruža, često imaju presudnu ulogu u formiranju konačne kamatne stope na kredit. Zato je moguće da banke pristanu na smanjenje kamatnih stopa i posledično prinosa, ali sa druge strane nedostatak prihoda nadoknade kroz veći iznos plasmana, čime se ostvaruje korist i za banke i za klijente.

3. PAD CENE KREDITA I PORAST BANKARSKIH PLASMANA - PRIMER BANKARSKOG SEKTORA SRBIJE

Dominantni učesnici na finansijskom tržištu Srbije su poslovne banke, pa glavni izvor eksternih vidova finansiranja privrede predstavljaju bankarski krediti, usled nerazvijenosti ostalih instrumenata finansiranja poput korporativnih obveznica ili drugih instrumenata tržišta kapitala. Svetska ekonomska kriza koja je eskalirala 2008. godine, nije ostavila dramatične posledice na bankarski sektor u celini posmatrano, pa i dalje predstavlja jedan od najvitalnijih sektora domaće privrede. Izuzimajući skandale i oduzimanje dozvola za rad u dve banke koji nisu u direktnoj povezanosti sa finansijskom krizom, bankarski sektor je zadržao pozitivne pokazatelje uspešnosti poslovanja, na šta ukazuju podaci iz tabele br.1.

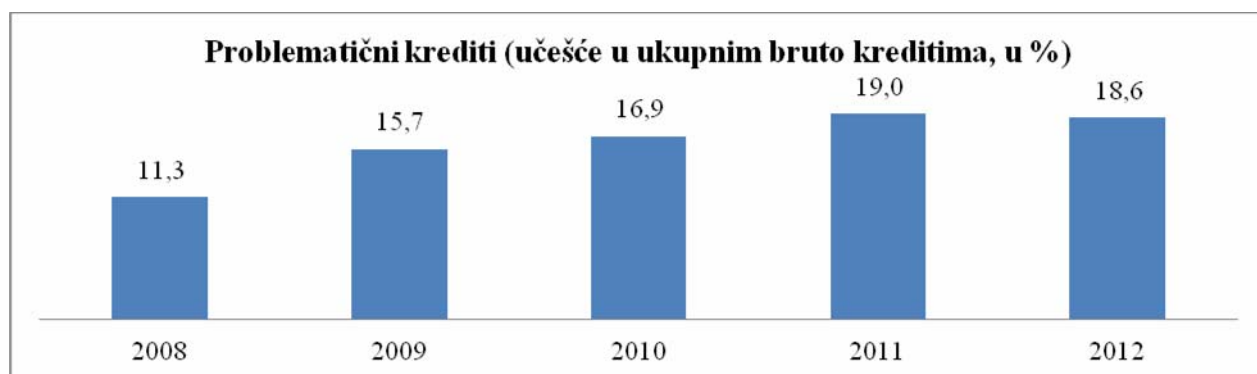
Tabela 1: Pokazatelji aktivnosti bankarskog sektora Srbije

Iznosi u mlrd RSD	2008	2009	2010	2011	2012
Ukupna aktiva	1.777,0	2.160,4	2.533,5	2.649,9	2.879,52
Plasmani privredi	637,15	754,68	958,57	1.015,75	1.119,04
Plasmani stanovništvu	428,18	462,35	571,21	601,74	652,79
Depoziti privrede	269,1	295,94	311,64	367,78	381,9
Depoziti stanovništva	467,12	627,73	792,87	855,2	988,76

Izvor: Narodna banka Srbije

U posmatranom periodu ukupna aktiva i plasmani privredi beležili su rast umerenijim tempom. Ipak, koristeći tržišne mogućnosti i istovremeno prilagođavajući svoje poslovanje nastalim promenama, banke su nastavile sa pružanjem finansijske podrške privredi i stanovništvu, koji čine preko 90% ukupnih plasmana banaka nemonetarnom sektoru. U periodu od 2008. do 2012. godine, ukupni plasmani privredi i stanovništvu rasli su po prosečnoj stopi od 13.8%. Uporedo sa rastom plasmana zabeležen je i rast depozita.

Opšti pad privredne aktivnosti i otežana mogućnost naplate potraživanja u periodu nakon eskalacije finansijske krize, stvorili su likvidnosne probleme velikom broju privrednih društava. Kao direktna posledica, pogoršan je kvalitet kreditnog portfolija, pa je udeo problematičnih kredita u posmatranom periodu udvostručen, dostižući vrednost od gotovo 20% u ukupnim plasmanima.



Grafikon 1: Problematicni krediti (učešće u ukupnim bruto kreditima, u %)

Pogoršanje kvaliteta kreditnog portfolija i kreditni gubici usloveli su pad profitabilnosti bankarskog sektora, ali i dalje sektor beleži pozitivne rezultate uz tenedenciju poboljšanja. Pri tome, treba imati u vidu da je broj banaka koje iskazuju gubitak povećan u posmatranom periodu (2008. godine 8 banaka je ostvarilo gubitak, 2012. godine 12 banaka), što ukazuje da nisu sve banke uspele da se na odgovarajući način prilagode nastalim okolnostima, odnosno da je efekat krize na finansijski rezultat banaka različit. Pozitivan trend je vidljiv u operativnoj efikasnosti, budući da je primetno smanjenje udela operativnih rashoda u ukupnoj aktivni (pad sa 5.24% na 3.74%) ali i opterećenje prihoda operativnim rashodima. Ipak, oštra konkurencija koja je prisutna na tržištu i borba za pridobijanjem što većeg broja klijenata rezultirali su u padu neto kamatne marže.

Tabela 2: Odabrani pokazatelji uspešnosti poslovanja bankarskog sektora Srbije

Iznosi u mlrd RSD / %	2008	2009	2010	2011	2012
Ukupan dobitak	34,74	20,03	25,4	30,99	26,19
Prihodi od kamata	157,05	168,92	179,70	201,23	197,78
Neto kamatna marža (u odnosu na ukupnu aktivnu)	5,40%	5,10%	4,60%	4,60%	4.19%
Operativni troškovi / ukupna aktiva	5,24%	4,77%	4,30%	3,93%	3,74%
Cost to income	68.3%	70.0%	69.7%	65.2%	67.3%
RoE	9.3%	4.6%	5.4%	6.04%	4.63%

Izvor: Narodna banka Srbije

Analizirajući činioce koji određuju visinu neto kamatne marže, jasno se uočava da veći doprinos smanjenju neto kamatne marže potiče od pada aktivnih kamatnih stopa. U odnosu na 2008. godinu, u 2012. godini, prihodi od kamata u odnosu na ukupnu aktivnu su opali za 1.65 procentnih poena, dok su rashodi kamata za svega 0.72.

Tabela 3: Činioći neto kamatne marže

Iznosi u %	2008	2009	2010	2011	2012
Prihodi od kamata u odnosu na ukupnu aktivnu	8,80%	8,60%	7,70%	7,80%	7.15%
Rashodi od kamata u odnosu na ukupnu aktivnu	3,50%	3,50%	3,00%	3,20%	2.78%

Izvor: Narodna banka Srbije

Pad kamatonosnog prinosa na aktivnu rezultat je pada prosečnih kamatnih stopa na plasmane jer prosečna kamatna stopa banaka na plasmane privredi i stanovništvu takođe beleži pad u posmatranom periodu. Troškovi finansiranja u posmatranom periodu jesu opali, što je u skladu sa padom referentnih kamatnih stopa na međunarodnom finansijskom tržištu, ali i relaksirajućom domaćom regulativom o obaveznoj rezervi banaka. Međutim, u narednom periodu ne treba očekivati drastično snižavanje cene finansiranja. Razlog tome je prilagođavanje preporukama Bazela III i uvođenje pokazatelja pokrivenosti likvidnom aktivom (*Liquidity Coverage Ratio – LCR*) kao pokazatelja kratkoročne likvidnosti i pokazatelja neto stabilnih izvora finansiranja (*Net Stable Funding Ratio – NSFR*) kao indikatora dugoročne likvidnosti. Suština uvođenja datih pokazatelja je da banka raspolaže visokolikvidnom aktivom koja se može lako pretvoriti u gotovinu, u slučaju nastanka neočekivanog događaja u segmentu likvidnosti, odnosno da dugoročna imovina mora biti pokrivena minimalnim iznosom stabilnog dugoročnog finansiranja. Ispunjenje datog pokazatelja za posledicu će imati porast cene sredstava, jer će se u strukturi finansiranja smanjiti udeo jeftinijih izvora.

Navedeni podaci ukazuju da su banke prihvatile smanjenje neto kamatne marže, ali su sa druge strane izgubljeni prihod od viših kamatnih stopa nadoknadile većim plasmanima, pa su i ukupni apsolutni prihodi od kamata zabeležili rast. Imajući u vidu da je procenat problematičnih kredita praktično udvostručen u posmatranom periodu, za očekivati je da su i riziko premije, kao sastavni element cene kredita, porasle. Operativna efikasnost je delimično poboljšana i svakako je imala pozitivan uticaj na smanjenje cene kredita.

Polazeći od modela utvrđivanja cena kredita putem nadogradnje najznačajnijih troškova koji nastaju radi servisiranja kredita, dolazimo do zaključka da su se banke odlučile na sniženje kamatnih stopa pod uticajem konkurencije ali i tražnje za kreditima klijenata i teške situacije u kojoj se privreda nalazi.

Tabela 4: Prosečne kamatne stope na plasmane i depozite banaka

Iznosi u %	2008	2009	2010	2011	2012
Prosečna KS na plasmane privredi i stanovištvu – stanje po postojećim poslovima	17.56%	15.08%	13.61%	10.44%	9.99%
Prosečna KS na depozite privredi i stanovištvu – stanje po postojećim poslovima	7.32%	5.06%	4.61%	4.21%	3.86%

Izvor: Narodna banka Srbije

Koristi od smanjenja kamatnih stopa su imali i klijenti banaka. Prvo, niže kamatne stope su omogućile jeftinije pozajmljivanje sredstava i niže troškove finansiranja, a zatim i porast pozajmica od banaka uz iste troškove finansiranja, što ćemo prikazati jednim hipotetičkim primerom. Pretpostavimo da preduzeće X, radi plaćanja tekućih obaveza, od banke uzima kredit za likvidnost na rok od 12 meseci u iznosu od 10 miliona dinara. U 2008. godini kredit plaća po prosečnoj kamatnoj stopi od 17.56%. Ukoliko pretpostavimo da su svi ostali uslovi poslovanja konkretnog preduzeća nepromenjeni, preduzeće u 2012. godini uzima kredit u istom iznosu i roku, ali sada po godišnjoj kamatnoj stopi od 9.99%. Samo na razlici u kamatnoj stopi preduzeće na godišnjem nivou može smanjiti troškove kamata za 427.139 dinara, odnosno za 43.74%, kao što je prikazano u tabeli br. 5.

Tabela br.5: Efekat smanjene kamatne stope na troškove finansiranja preduzeća X

Godina	Iznos kredita (RSD)	Prosečna KS	Rok (meseci)	Troškovi kamate (RSD)
2008	10.000.000	17.56%	12	976.486,54
2012	10.000.000	9.99%	12	549.348,32

Obračun je urađen od strane autora, primenom složenog interesnog računa.

S druge strane posmatrano, nakon smanjenja kamatnih stopa, preduzeće uz zadržavanje istih godišnjih troškova može od banke da pozajmi više sredstava. Odnosno, preduzeće X bi uz kamatnu stopu od 9.99% i godišnje troškove finansiranja od 976.487 dinara moglo da pozajmi kredit od 10.404.895 dinara, što predstavlja dodatnu korist za klijente.

Tabela br.6: Efekat smanjene kamatne stope na veći iznos pozajmljenih sredstava preduzeća X

Iznos kredita (RSD)	Prosečna KS	Rok (meseci)	Troškovi kamate (RSD)
10.000.000	17.56%	12	976.486, 54
10.404.895	9.99%	12	976.486, 54

Obračun je urađen od strane autora, primenom složenog interesnog računa.

Prikazana analiza pokazuje da su banke, iako glavni učesnici na finansijskom tržištu, prihvatile strategiju snižavanja kamatnih stopa u cilju povećanja plasmana. U suprotnom, korišćenje monopolističkog položaja kao izvora finansiranja preduzeća i održavanja viših kamatnih stopa u uslovima privredne stagnacije, produbio bi problem negativne selekcije jer bi rizičniji klijenti bili jedino spremni da prihvate date uslove. U krajnjoj instanci, moglo bi doći do obustave finansiranja, što bi imalo negativne posledice na poslovanje i banaka i privrednih subjekata.

4. ZAKLJUČAK

Snižavanje neto kamatne marže proisteklo iz smanjenja aktivne kamatne stope u uslovima privredne stagnacije i rastućih kreditnih rizika, u analiziranom periodu u radu, rezultiralo je u pozitivnim efektima na obe strane, tj. od smanjenja kamatnih stopa koristi su imali i klijenti i banke. Klijenti jer su dobili mogućnost pribavljanja sredstava za podmirivanje likvidnosnih i investicionih potreba po nižim kamatnim stopama, što im je omogućilo niže troškove finansiranja, ali i više iznose pozajmica uz zadržavanje istog nivoa troškova.

Koristi za banke su takođe očigledne. Iako su kamatne stope smanjene, povećani su ukupni prihodi od kamata, a u cilju neutralizacije smanjenih neto kamatnih marži, banke su se okrenule optimizaciji svog poslovanja i jačanju interne efikasnosti od čega koristi u krajnjoj instanci takođe imaju klijenti banaka.

Iako su banke nesumnjivo imale koristi od sniženja kamatnih stopa u proteklom periodu, jer im je to omogućilo održavanje poslovanja u uslovima krize, pitanje je koliko će dugo još moći da se snižavaju kamatne stope, naročito ako se tendencija pogoršanja kreditnog portfolija nastavi. Imajući u vidu da neto kamatni prihodi i dalje predstavljaju najznačajniji izvor prihoda banaka (preko 70%), u ovim uslovima, imperativno je povećati dodatne izvore prihoda, pre svega nekamatnosne prihode, ali i dalje stimulisati poboljšanje interne efikasnosti. Promene u regulativi, pre svega ograničenja u pogledu strukture finansiranja koje Bazel III standardi nameću, a koji će se primenjivati i u Srbiji, u nastupajućim godinama će značajno ograničiti mogućnosti dodatnog snižavanja aktivnih kamatnih stopa banaka, s obzirom da će pomenuti propisi uticati na rast troškova finansiranja.

Izbor adekvatnog sastava proizvoda i cena u skladu sa potrebama klijenata može imati pozitivne efekte i za banku i za klijente. S druge strane, i na strani privrede i klijenata banaka je potrebno učiniti izvesne napore na polju poboljšanja finansijske pozicije što treba da dovede do smanjenja kašnjenja u naplati kredita, ali i većem doprinosu finansiranih projekata privrednom rastu. Jedino na taj način je moguće osigurati dugoročnu stabilnost bankarskog, ali i privrednog sistema.

LITERATURA

- [1] Basel Committee on Banking Supervision, (2009). Strengthening the resilience of the banking sector. Basel: Bank for International Settlements.
- [2] BIS, June 2006, International Convergence on Capital Measurement and Capital Standards (A revised framework, comprehensive version)
- [3] Besis J, (2002), Risk management in banking, John Wiley and Sons. Ltd, New York
- [4] Crouhy M, Galai D, Mark R, (2001), Risk management, McGraw Hill
- [5] Mirković, V., & Knežević, M. (2013). Porast problematičnih kredita kao prepreka održivom razvoju bankarskog sistema. *XVIII Internacionalni Naučni Skup SM 2013* (pp. 404-413). Subotica: Ekonomski fakultet u Subotici.
- [6] Rose, Peter S., (2003), Menadžment komercijalnih banaka, Mate, Zagreb
- [7] Statistički bilten Decembar 2009, Narodna banka Srbije
- [8] Statistički bilten Decembar 2012, Narodna banka Srbije
- [9] Izveštaj za IV tromesečje 2010, Narodna banka Srbije
- [10] Izveštaj za IV tromesečje 2011, Narodna banka Srbije
- [11] Izveštaj za IV tromesečje 2012, Narodna banka Srbije



ФИНАНСИЈСКО УПРАВЉАЊЕ И КОНТРОЛА ЈАВНИХ РАСХОДА И ИЗДАТАКА

FINANCIAL MANAGEMENT AND CONTROL OF PUBLIC EXPENDITURE

ВЛАДИМИР ГРБИЋ¹, ПАУН ЛУЧАНОВИЋ², МИЛИЦА МАШИЋ³

¹ Управа за стратегијско планирање МО, Београд, vladimir.grbic@mod.gov.rs

² ВУ Дедиње, Београд, paja.lucanovic@mod.gov.rs

³ Војна академија Универзитета одбране, Београд, 25masha@gmail.com

Резиме: У овом раду обрађен је систем финансијског управљања и контроле, који у суштини представља савремено схватање и примену интерних контрола, уз праћење и подршку од интерне ревизије. Суштине примене финансијског управљања и контроле је у оптимизацији пословних процеса а у крајњем у оптималном располагању финансијским ресурсима државе.

Кључне речи: интерна контрола, финансијско управљање и контрола, оптимизација и пословни процеси.

Abstract: This paper present the system of financial management and control, which is essential for understanding of modern internal controls application, including the monitoring and support of internal audit. Essence for application of the financial management and control is in optimization of business processes and optimization of the financial resources disposition of the state.

Keywords: internal control, financial management and control, optimization and business processes.

1. УВОД

Потписивањем Споразума о стабилизацији и придруживању између Европских заједница и њихових држава чланица, са једне стране и Републике Србије, са друге стране, 29. априла 2008. године у Луксембургу, Република Србија се, између осталог, обавезала на постепено усклађивање законодавства са правним тековинама Европске уније и на његову доследну примену. Чланом 92. Споразума договорена је сарадња у области јавне унутрашње финансијске контроле (ЈУФК) и спољне ревизије, односно јавне унутрашње финансијске контроле (укључујући управљање финансијама и контролу и функционално независну унутрашњу контролу) и спољних система ревизије у Србији, у складу са међународно признатим стандардима и методологијама и најбољим праксама у Европској унији.¹

Основни концепт контроле је креирати процес који обезбеђује остваривање циљева уз одговарајући квалитет, очување и управљање средствима уз усаглашеност са законом и другим прописима и процедурама, припрема и израда поузданих финансијских и пословних извештаја. Усклађеност пословања јесте захтев да се пословање усклади са позитивним законима, прописима, стандардима, договореним политикама, постулатима и свим оним обрасцима понашања који те процесе чине легалним и друштвено прихватљивим. У случају непоштовања тих закона одговорни људи сnose законску одговорност, а интерна контрола има задатак свакодневног праћења усклађености пословања. Интерна контрола треба да буде непрекидно активна у праћењу финансијског пословања за шта је превасходност њена неутралност у пословним функцијама које контролише.

Познаваоцима организације буџетског система Републике Србије, јасно је да је организовање и имплементација финансијског управљања и контроле и интерне ревизије у дати систем веома сложен посао, који захтева планску припрему и изискује додатна новчана средства и доста времена. Првенствено је потребно квалитетно обучити кадрове за финансијско управљање и контролу, који ће бити окосница система који је потребно успоставити. Добро познавање Закона о буџетском систему, Закона о раду, Закона о јавним набавкама, Закона о пореском систему и пореској администрацији,

¹ Р. Жугић, Р. Костић., Контрола и ревизија у функцији извршења финансијског плана министарства одбране, SYMOPIS 2012. године, септембар 2012. год., стр. 1.

Уредбе о буџетском рачуноводству, као и читав низ подзаконских аката представља основ за креирање кадрова у систему финансијског управљања и контроли јавних финансија.

Међутим, имплементацијом интерне финансијске контроле и ревизије у буџетски систем постиже се и обезбеђује ефикасно и рационално трошење средстава којима се финансирају јавни расходи и издаци, с једне стране, а с друге стране знатно сужава простор за значајне неправилности, преваре, корупције и појаву облика организованог криминала. Систем контроле се успоставља међу свим запосленима у редовном процесу рада формирањем система и процеса рада у складу са законским одредбама. Понашање појединца у систему је врло значајан фактор целокупног функционисања буџетских корисника.

2. ИНТЕРНА ФИНАНСИЈСКА КОНТРОЛА У ЈАВНОМ СЕКТОРУ

Интерна финансијска контрола у јавном сектору (Public Internal Financial Control – PIFC) је термин и концепт који је развила Европска комисија са циљем да пружи помоћ у разумевању и примени добро развијених и ефективних система контроле у процесу придруживања EU.

P – Public Sector – јавни сектор;

I – Internal to the organization – интерна за организацију;

F – Financial systems mainly but not exclusively – углавном, али не искључиво финансијски системи;

C – Control based on internationally accepted and recognized standards – контрола заснована на међународно прихваћеним и признатим стандардима.²

PIFC подразумева свеобухватни систем који успоставља Влада, односно организације јавног сектора ради финансијског управљања и контроле, интерне ревизије и извештавања о коришћењу јавних средстава и средстава EU. Циљ је да се обезбеди да управљање и контрола јавних средстава (укључујући и стране фондове) буду у складу са прописима, описом буџета и принципима доброг финансијског управљања односно ефикасности, ефективности, економичности и отворености.

Интерну финансијску контролу можемо дефинисати као активност коју руководство, одбори и други чиниоци система управљања предузимају са циљем побољшања управљања ризицима и увећања вероватноће остваривања циљева.³

Успешан систем интерне контроле помаже у рационализацији процеса и унапређењу нивоа и квалитета услуга. Интерна контрола је одговорност свих запослених и све организације у јавном сектору треба да се побрину да системи интерне контроле буду уграђени у оперативне активности. У складу са наведеним, битно је напоменути да је интерна контрола кључни процес у остваривању корпоративног управљања.⁴

PIFC чине три основна елемента:

1. финансијско управљање и контрола (FMC),
2. функционално независна интерна ревизија (IA)⁵,
3. Централна јединица за хармонизацију и координацију система финансијског управљања и контроле и методологија интерне ревизије (CHU)⁶.

На Слици 1, приказана су сва три претходно наведена елемента са описаним улогама у процесу финансијског управљања и контроле јавних расхода и издатака, као и веза између финансијског управљања, интерне контроле и интерне ревизије.

² Стратегија развоја интерне финансијске контроле у јавном сектору у Републици Србији, Службени гласник РС бр. 61/2009

³ Група аутора, Рачуноводствена пракса, бр.20/2011 Савез рачуновођа и ревизора, Београд, стр. 114

⁴ Корпоративно управљање односи се на структуру и процесе везане за доношење одлука, одговорност, контролу и понашање на вишим нивоима организације.

⁵ Интерни ревизори играју важну улогу у оцени адекватности и ефективности система контроле, те пружају допринос сталној ефективности тог система.

⁶ Општа мисија Централне јединице за хармонизацију јесте да врши координацију и хармонизацију методологије и смерница везаних за финансијско управљање и интерну контролу, и интерну ревизију, на нивоу целог јавног сектора.



Слика 1: Веза између финансијског управљања, интерне контроле и интерне ревизије

3. ФИНАНСИЈСКО УПРАВЉАЊЕ И КОНТРОЛА

Финансијско управљање и контрола је свеобухватан систем интерних контрола, који се спроводи политикама, процедурама и активностима које успоставља руководиоци корисника јавних средстава, са задатком да се обезбеди разумно уверавање да ће се циљеви корисника јавних средстава остварити кроз:

1. пословање у складу са прописима, унутрашњим актима и уговорима;
2. потпуност, реалност и интегритет финансијских и пословних извештаја;
3. добро финансијско управљање;
4. заштиту средстава и података (информација).⁷

Систем за финансијско управљање и контроле успоставља се у свим организационим јединицама јавног сектора и на свим нивоима унутар организације без обзира на њену величину и број запослених, а спроводе га руководиоци и сви запослени. Руководилац корисника јавних средстава може пренети надлежности за успостављање, одржавање и редовно ажурирање система финансијског управљања и контроле на лице које он овласти. Министар утврђује заједничке критеријуме и стандарде за успостављање, функционисање и извештавање о систему финансијског управљања и контроле у јавном сектору.⁸

⁷ Члан 16. Правилника о заједничким критеријумима и стандардима за успостављање, функционисање и извештавање о систему финансијског управљања и контроле у јавном сектору, („Службени гласник РС“, бр. 99/2011)

⁸ Закон о буџетском систему („Службени гласник РС“, бр. 54/2009, 73/2010, 101/2010, 101/2011 и 93/2012)

Систем обухвата сва средства укључујући и средства Европске уније. Свака организација треба да обликује властити систем у складу са својим потребама и постојећим окружењем.

Кључне тачке везане за финансијско управљање и контролу укључују следеће:

- утичу на све аспекте организације у јавном сектору: све запослене, процесе, активности, програме и пројекте у организацији;
- представљају основни елемент који се провлачи кроз целу организацију, а не обележје које је придодато организацији;
- подразумевају квалитете доброг управљања;
- зависе од запослених и биће успешни, односно неуспешни, у зависности од пажње коју им посвећују запослени;
- ефективни су само уколико сви запослени и окружење раде заједно;
- у разумној мери пружају уверавање везано за вероватноћу да организације у јавном сектору остварују циљеве;
- организацијама у јавном сектору помажу у остваривању својих мисија.



Слика 2: Шематски преглед система финансијског управљања и контроле

На Слици 2, приказани су елементи Система финансијског управљања и контроле. Између приказаних 5 (пет) компоненти (контролно окружење, управљање ризиком, контролне активности или интерне контроле, информисање и комуникација, и праћење) постоји синергија и веза кроз коју се формира интегрисани систем који динамично реагује на измењене околности.

Процес анализе финансијског управљања и контроле резултираће извештајем руководства који се редовно припрема и годишњим извештајем о финансијском управљању и контроли који оцењује програм интерне контроле који спроводи више руководство организације. Овај извештај укључује теме као што су: области у којима не постоје контроле или постоје неадекватне контролне технике, области са контролама које не функционишу адекватно, и области у којима постоји вишак контрола, планове и распореде за решавање идентификованих проблема.

Годишњи извештај о спровођењу финансијског управљања и контроле треба да припремају буџетски корисници и достављају га Централној јединици за хармонизацију. Уопштено, извештај треба да рефлектује:

- дизајн и функционисање система интерне контроле и
- корективне мере предузете са циљем да се ојача систем финансијског управљања и контроле.

4. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА ФИНАНСИЈСКО УПРАВЉАЊЕ И КОНТРОЛА И ПОТРЕБНЕ АКТИВНОСТИ ЗА ЊЕНО УНАПРЕЂЕЊЕ

Систем финансијског управљања и контроле у Републици Србији је у почетном степену развоја. Управо из тог разлога треба радити на подизању свести о финансијском управљању и контроли, и то на следећим нивоима државне управе у Србији:

- Народна скупштина и Влада;
- Више руководство – стратешко;
- Руководство на средњем нивоу – оперативно;
- Администрација;
- Интерна ревизија.

Постојећи систем контрола није успостављен у односу на циљеве које корисници јавних средстава планирају да остваре и ризике који утичу на остварење тих циљева. Постојеће контроле углавном су усмерене на остваривање законитости и правилности али не и економичности, ефикасности и ефективности.

Основни заједнички проблем свих финансијских служби је недовољан број службеника, због чега није обезбеђено у потребној мери начело поделе дужности, јер је досадашњом обуком у вези са финансијским управљањем и контролом обухваћен тек узак круг државних службеника. Због тога је од изузетне важности реализовати масовније обуке које ће обухватати следеће:

- обуку у основним концептима и принципима финансијског управљања и интерне контроле, и интерне ревизије;
- обуку у улогама и одговорностима различитих чинилаца укључених у финансијско управљање и интерну контролу;
- обуку у утврђивању циљева, индикатора успешности (перформанси), исхода, резултата;
- обуку у процени и управљању ризицима;
- обуку у идентификовању интерних контрола;
- обуку везану за "трагове" за ревизију;
- обуку у коришћењу, користима и границама интерне ревизије.

За побољшање функционисања интерне контроле у јавном сектору РС потребно је, између осталог:

- припремити, усагласити и усвојити прописе и процедуре везане за финансијско управљање и контроле у министарствима и организацијама јавног сектора;
- развити стратегију обуке лица задужених за финансијско управљање и контролу у организацијама јавног сектора;
- успоставити механизме сарадње и праћења развоја система финансијског управљања и контроле;
- доследно примењивати Закон о јавним набавкама и контролисано трошење јавних расхода, са циљем смањења степена корупције.

Поред наведеног, потребно је:

- успоставити сарадњу између Државне ревизорске институције и система финансијског управљања и контроле преко Централне јединице за хармонизацију, у циљу остваривања свеобухватног и ефективног система управљања јавним финансијама;
- израдити интерна акта о унутрашњој организацији и раду, наредбе, правилнике, упутства и друго, у писаној и званичној форми, што ће интерној ревизији олакшати њихово сагледавање и на основу њих сагледавање квалитета интерних контрола, пословних процеса и активности;
- успоставити систем управљања ризицима, у писаном и практичном облику, који обухвата процену, идентификовање и контролу потенцијалних догађаја и ситуација у пословном процесу, који могу имати супротан ефекат на остваривање циљева субјекта;
- вршити континуирано обуку у оквиру стратегије обуке лица задужених за финансијско управљање и контролу у јавном сектору;
- предузимати радње против неправилности и превара;
- преусмерити тежиште вршења контрола са контрола законитости и правилности на контролу економичности, ефикасности и ефективности.

Треба имати у виду да цео систем интерне контроле може само да помогне организацији у јавном сектору да оствари своје циљеве. Она не представља "лек за све" и може да пружи само управљачке информације везане за напредак, односно одсуство напретка организације у погледу остваривања циљева.

Ограничења интерне контроле се огледају у:

- Расуђивање у доношењу одлуке (процена) може бити погрешно, па може доћи до неуспеха због једноставне људске грешке.
- Контроле се могу заобићи кроз тајно удруживање двоје или више лица.
- Руководство има могућност да крши процедуре.

Дизајн система интерне контроле мора да узме у обзир и ограничене ресурсе, као и користи од контрола у односу на њихове трошкове. Интерна контрола не може да оствари циљеве који зависе од руководства. Према томе, интерна контрола не може инхерентно слабо руководство да учини добрим.

5. ЗАКЉУЧАК

На крају, како се ради о веома значајној области, итекако важној за међународни углед сваке озбиљне државе, увођење и функционисање система финансијског управљања и контроле добија један вишедимензионалан значај у ширем државном и друштвеном контексту.

Постојећа пројекција интерне контроле у јавном сектору дефинисана Законом о буџетском систему, као и постојећи интерни прописи добра су основа за успостављање целовитог интегрисаног система интерне контроле у МО и ВС, на коју се ослања Стратегија развоја интерне финансијске контроле у јавном сектору РС која пројектује како заједничке, тако и активности везане за интерну контролу и активности везане за спровођење финансијског управљања и контроле у јавном сектору, закључно са децембром 2014. године.

Систем финансијског управљања и контроле у јавном сектору потребно је потпуно успоставити и усмерити тако да тежиште вршења контрола не буде на законитости и правилности, већ на економичности, ефикасности и ефективности трошења јавних расхода. Сходно томе, систем финансијског управљања и контроле функционисаће лакше и мање ће се бавити неправилностима у пословању, а више ће моћи да делује превентивно и саветодавно према руководству. На тај начин смањиће се ризици у пословању и помоћи руководству у квалитетнијем доношењу одлука.

Као конкретан закључак треба истаћи чињеницу да ову проблематику треба анализирати и стално дограђивати. Развој грађанског друштва и процес демократизације треба да буде сталан процес који, поред осталог, подразумева да ниједан сектор државе не треба да буде ван контроле, а самим тим ни сектор одбране као један од најзначајнијих за опстанак државе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Р.Жугић, Р. Костић., (2012). Контрола и ревизија у функцији извршења финансијског плана министарства одбране, SYMOPIS 2012
- [2] Група аутора, (2011) Рачуноводствена пракса, бр.20/2011 Савез рачуновођа и ревизора, Београд
- [3] Стратегија развоја интерне финансијске контроле у јавном сектору у Републици Србији, Службени гласник РС бр. 61/2009
- [4] Правилник о заједничким критеријумима и стандардима за успостављање, функционисање и извештавање о систему финансијског управљања и контроле у јавном сектору, („Службени гласник РС“, бр. 99/2011)
- [5] Закон о буџетском систему ("Службени гласник РС", бр. 54/2009, 73/2010, 101/2010, 101/2011 и 93/2012)Strunk, W., Jr., & White, E.B. (2000). The elements of style. (4th ed.). New York: Longman.



ПРАЋЕЊЕ ИЗВРШЕЊА РАСХОДА ПО УТВРЂЕНИМ ЦИЉЕВИМА И ПРОГРАМИМА

MONITORING OF EXECUTION OF EXPENSES ACCORDING TO ESTABLISHED OBJECTIVES AND PROGRAMS

МИЛЕНА КНЕЖЕВИЋ¹, БРАНКО ТЕШАНОВИЋ², САША ТРАНДАФИЛОВИЋ³

¹ Ректорат Универзитета одбране у Београду, milena.knezevic@mod.gov.rs

² Војна академија Универзитета одбране у Београду, brate@verat.net

³ Управа за буџет Министарства одбране Републике Србије, sasa.trandafilovic@mod.gov.rs

Резиме: У овом раду презентован је модел праћења извршења расхода по утврђеним циљевима и програмима. До сада је приказано праћење извршења по активностима и програмима али тек од текуће буџетске године је успостављен модел који даје податке о реализацији циљева а на основу праћења извршења расхода датих програма. Проблем праћења извршења расхода по утврђеним циљевима је утолико комплекснији уколико у реализацији датог циља учествује више програма а, нарочито више буџетских корисника средстава. Међутим, модел који је приказан у овом раду успешно превазилази наведене проблеме захваљујући успостављеним механизмима и везама за праћење реализације циљева на основу извршења расхода.

Кључне речи: извршење, циљеви, програм и модел праћења извршења.

Abstract: This paper presents a model of monitoring of expenditures execution according to established activities and programs. So far, monitoring of the execution of the activities and programs has been shown, but since the current fiscal year, model that provides information on the implementation of the objectives and the monitoring of the expenditures on the programs was established. The problem of monitoring of the execution of expenditures according to defined goals is even more complex, if the realization of that objective involves more programs, especially more budget beneficiaries. However, the model presented in this paper successfully overcomes these problems through established mechanisms and connections, for monitoring implementation of the objectives on the basis of expenditures.

Keywords: execution, objectives, program and model of monitoring of execution.

1. УВОД

Модел програмског буџетирања који је развијен у оквиру пројекта Годишњег оперативног планирања Владе Републике Србије састоји се из четири међусобно зависне фазе: планирања, програмирања, буџетирања и извршења. Прве три фазе овог модела детаљно су истражене и представљане претходних година на разним научним скуповима и симпозијумима. Међутим, фаза извршења је много комплекснија од претходне три и још увек недовољно истражена.

Наиме, фаза извршења може да обухвати извршење финансијског плана датог програма као и извршење активности, пројеката и подпрограма датог програма и/или извршење циљева датог програма. Ово последње још увек није у потпуности заживело у Републици Србији али би требало у најскорије време.¹

Ситуација се додатно компликује уколико један од корисника буџетских средстава има два или више програма који доприносе реализацији једног циља. Тада треба интегрисано пратити извршење финансијског плана по активностима, пројектима, подпрограмима и програмима који доприносе реализацији датог циља.

До сада је било више неуспешних покушаја да се integriше овај процес и да се израдом софтверског пакета баш у ове сврхе реши настали проблем. Међутим, пре једног таквог подухвата и

¹ Само мали број корисника буџетских средстава је у текућој буџетској години отпочео са применом модела за праћење извршења програма у односу на реализацију циљева развоја и извршења његових расхода.

ангажовања стручњака за информационе технологије нису били успостављени механизми на нивоу модела програмског буџетирања за праћење извршења. Тако да без одговарајуће базе података овај модел још увек у стварности није заживео. Наравно само у смислу праћења веза извршења циљева и расхода корисника буџетских средстава.

Пред ауторима овог рада био је огроман посао да успоставе базу података на основу које би дати информациони систем вршио поређења и давао тачне податке у сваком тренутку о реализацији циљева у односу на било који задати параметар. Поред тога овај модел превазилази досадашњи проблем праћења извршења *само по контима* већ даје комплексну слику *са природним и финансијским* показатељима.

2. ИЗВРШЕЊЕ РАСХОДА КОРИСНИКА БУЏЕТСКИХ СРЕДСТАВА

Фаза извршења у оквиру процеса програмског буџетирања, представља динамичан процес који прожима све три претходне фазе овог модела. Веома је важно навести да се као резултат фазе извршења добија одговор на питање *да ли достижемо постављене циљеве?*

Уствари, то је и био највећи проблем приликом увођења програмског буџетирања како повезати финансијска средства и циљеве? Јер само успостављањем механизма за праћење извршења програма и циљева истовремено може да се очекује у крајњем достизање планираног нивоа способности датог корисника буџетских средстава. Нарочито је ово значајно у савременим условима пословања институција и органа државне управе који прате савремене трендове у областима својих надлежности земаља у окружењу али и шире.

Праћење извршења је процес којим се врши надзор и контрола спровођења планова, програма и финансијског плана ради достизања очекиваних резултата и остваривања циљева. Анализом извршења планова, програма и финансијског плана утврђује се степен остваривања циљева, одступања, узроци и предлажу корективне мере.



Слика 1: Извршење циљева²

² Чубра, Н., *Планирање развоја оружаних снага*, Војна економска академија, Београд, 1973, стр. 93.

Корективним мерама обезбеђује се доследна реализација планова, програма и финансијског плана. Корекцију планова, програма и финансијског плана врши надлежан орган у случају било које промене у датом окружењу проузроковане интерним или екстерним утицајима.

Фаза извршења се посматра кроз извршење планова и програма. Међутим, праћењем извршења финансијског плана прати се и реализација активности, пројеката и програма, за чију реализацију су неопходна одређена финансијска средства, али и други ресурси.

Интегрисан процес планирања (повезаност планова различитог нивоа) и њиховог извршавања приказан је шематски на Слици 1. Оптимално управљање извршењем задатака у планираној динамици тражи постојање повратне везе која обезбеђује благовремене и тачне информације о функционисању процеса програмског буџетирања.

Без обзира на реалност процене планских претпоставки и ригорозност предузимања поступака у односу на планску регулативу нормално је очекивати извесне разлике и одступања између планираних и стварно реализованих задатака. Да би се настале разлике између стварног и планираног стања свеле на минимум неопходно је успоставити механизме за успешно организовано прикупљање и пренос података о стварном стању, утврђивање разлике између стварног и планираног стања, као и ефикасно функционисање корективних чинилаца који подразумевају додатне акције у циљу свођења одступања стварног у односу на планирано стање на минимум.

Разлика између планираног и стварног стања може да настане као последица недостатка података и самим тим лоших процена а у крајњем неадекватних планова. Осим тога она може да настане као последица неефикасне организације или осцилација утицајних фактора из окружења.

Праћењем реализације годишњег плана применом рачунарске технике или других стандардних поступака, утврђују се варијанте могућих интервенција, којима ће се могуће девијације довести у дозвољене границе одступања. Избором једне од могућих варијанти корекције наставља се ток информација у повратном колу све док се систем не доведе у равнотежу.

3. ИЗВРШЕЊЕ ЦИЉЕВА КОРИСНИКА БУЏЕТСКИХ СРЕДСТАВА

Процес извршења програмског буџета корисника буџетских средстава функционише у зависности од услова у окружењу. Наиме, уколико су утицаји окружења такви да су једнаки са планираним извршење финансијског плана функционише готово идеално. Међутим, утицају из окружења постоје и то углавном непланирани и долази до одступања у извршењу финансијског плана. При томе, зависно од узрока евентуалне разлике између стварног и планираног стања извршења финансијског плана корисника буџетских средстава, доносиоци одлука могу да предузму акције у два правца:

1. уколико се оцени да су узроци разлика у извршавању програмског буџета последица нереалног планирања или се оцени да је поступак за покретање ребаланса буџета Р.С. немогућ, то јест, да не постоје услови за ребаланс услед недостатка буџетских прихода који не могу да се обезбеде додатним порезима, царинама, таксама и другим инструментима – одлучује се да се приступи усклађивању годишњег плана потреба и расхода корисника буџетских средстава са расположивим буџетским средствима и
2. уколико услед дешавања на тржишту дође до инфлације или слично што има за последицу немогућност финансирања свих планираних активности, пројеката и програма – одлучује се да се покрене поступак за ребаланс буџета Р.С..

У првом од наведених случајева, који се најчешће и догађа, усклађивање са расположивим средствима је једино могуће, путем избора приоритета, тако да се извршењем финансијског плана финансирају само оне активности, пројекти и програми којима се обезбеђује функционисање корисника буџетских средстава у правцу одржавања његових већ постојећих способности.

Уколико се ипак створе услови за ребаланс буџета Р.С. и уколико се донесе Закон о измени Закона о буџету поступак израде Финансијског плана корисника буџетских средстава се понавља у складу са Буџетским календаром и Законом о буџетском систему Републике Србије.

Настале промене у било ком од наведених случајева повратно утичу на извршење Средњорочних планова и програма корисника буџетских средстава односно на одговарајуће подпрограме, пројекте и активности, у крајњем и на реализацију његових Дугорочних циљева, задатака и политика. Стога, приликом наредног циклуса израде Средњорочног плана и програма корисника буџетских средстава таква одступања треба кориговати и учинити све да се евентуалне недоследности у извршењу планираних активности, пројеката и подпрограма исправе тако да се извршење његових дугорочних циљева, задатака и политика не доводи у питање.

4. УСПОСТАВЉАЊЕ ВЕЗА РЕАЛИЗАЦИЈЕ ФИНАНСИЈСКИХ СРЕДСТАВА СА РЕАЛИЗАЦИЈОМ ЦИЉЕВА

Уколико се утврди да је средњорочни циљ корисника буџетских средстава у периоду од 2013. до 2015. године: „Материјални положај становништва је реално побољшан за 10% а услови живота и рада су повољни“ те да је за његову реализацију у 2013. години неопходно 231,75 милиона динара, у 2014. години 297,90 милиона динара и у 2015. години 266,61 милион динара, што за цео период износи 796,25 милиона динара, онда се тачно по пројектима и активностима у посматраним годинама зна колико који од њих доприноси реализацији датог циља и колико кошта.

У Табели 1, приказан је наведени средњорочни циљ и пројекти са активностима по датим годинама за реализацију тог циља. Финансијска средства исказана по годинама су изражена у милионима динара.

За реализацију средњорочног циља „Материјални положај становништва је реално побољшан за 10% а услови живота и рада су повољни“ у периоду од 2013. до 2015. године утврђена су три пројекта:

1. Препројектовање и изградња стамбених објеката са ознакама O24, O25, O28, O29 и O32 на локацији „Вождовац“ – за субвенционисану продају путем кредита;
2. Урбанизација и изградња неперспективних државних комплекса за потребе стамбене изградње социјално угроженим категоријама и
3. Куповина станова за научно-истраживачки кадар.

Проблем је што су за реализацију датог циља надлежна три буџетска корисника. Олакшавајућа околност је та да су за реализацију сваког од три пројекта надлежан по један буџетски корисник тако да је одговорност сваког од њих усмерена на реализацију датог пројекта. У наведеном периоду исказани су издаци корисника буџетских средстава за реализацију наведених пројеката по годинама у укупном износу. У пројектној документацији исказани су сви издаци по контима економске класификације тако да је поједностављено праћење реализације пројеката преко реализације финансијског плана и у крајњем реализације датог средњорочног циља.

У оквиру датих пројеката приказане су и активности за њихову реализацију са припадајућим издацима по годинама. Збир издатака свих активности у оквиру једног пројекта у оквиру једне године представља трошак тог пројекта у датој години. Збир свих издатака у оквиру једног пројекта у току целокупног периода његове реализације представља његов укупни трошак.

На истом принципу исказују се и остали средњорочни циљеви преко реализације програма, пројеката и активности. Када су у питању краткорочни циљеви њихова веза са програмима, пројектима и активностима корисника буџетских средстава је још једноставнија јер се ради само о једној буџетској години. Тако да се веома брзо може утврдити да ли су дати циљеви реализовани и захваљујући којим програмима или пројектима.

Новина у овом моделу је детаљна база података која омогућава веома прецизно мерење извршавања активности по свим неопходним ресурсима за реализацију дате активности а све у односу на дефинисани циљ корисника буџетских средстава. Реализацији циљева директно доприноси реализација програма датог буџетског корисника средстава или пројекат. Индиректно реализацију циљева корисник буџетских средстава остварује реализацијом активности датих у наведеним програмима или пројектима. У финансијском смислу расходи и издаци две или више активности у оквиру једног пројекта и/или програма чине укупне расходе и издатке датог пројекта и/или програма:

$$R_p = R_{a1} + R_{a2} + R_{a3} + \dots + R_{an+1} \quad (1)$$

где R_p представља укупне расходе програма док R_a представља расходе датих активности које доприносе реализацији посматраног програма.

Дакле, активност представља у временском смислу најкраћи елемент пројекта и/или програма. Стога је приликом формирања базе података неопходно узети сваку активност у оквиру једног пројекта и/или програма као целину са свим неопходним ресурсима за њену реализацију у квантитативном али и квалитативном смислу. Активности треба груписати према пројектима и/или програма у оквиру којих су дефинисани. Пројекте и/или програме треба груписати према циљевима чијој реализацији доприносе и тек када се правилно и веома прецизно успоставе наведене везе могу се очекивати тачни подаци о извршењу расхода и циљева било ког буџетског корисника средстава.

Табела 1: Реализација средњорочног циља Владе Републике Србије

ОПИС	2013.	2014.	2015.	2013.- 2015.
Материјални положај становништва је реално побољшан за 10% а услови живота и рада су повољни	231.744,0	297.902,0	266.608,0	796.254,0
Препројектовање и изградња стамбених објеката са ознакама О24, О25, О28, О29 и О32 на локацији "Вождовац"	8.540,0	56.560,0	74.900,0	140.000,0
Доношење допуне одлуке за препројектовање и изградњу	700,0			700,0
Израда измењене и допуњене пројектне документације за изградњу објеката	840,0			840,0
Разрада пројектне документације ради дефинисања технологије извођења радова	4.760,0			4.760,0
Израда диманичког плана извођења радова	1.400,0			1.400,0
Дефинисање потреба за ресурсима (радна снага, механизација, материјал за уградњу, ...)	840,0	1.260,0		2.100,0
Испитивање тржишта и припрема тендерске документације		2.100,0		2.100,0
Одабир најповољнијег понуђача у складу са дефинисаним критеријумима		2.100,0		2.100,0
Израда и закључивање уговорне документације		1.120,0		1.120,0
Спровођење припремних радова на градилишту		3.500,0		3.500,0
Извођење уговорених радова на градилишту		46.480,0	69.720,0	116.200,0
Праћење и реализација уговора			3.080,0	3.080,0
Спровођење техничког прегледа изведених радова			420,0	420,0
Припрема објеката ради предаје корисницима			280,0	280,0
Израда коначног обрачуна изведених радова			1.400,0	1.400,0
Урбанизација и изградња неперспективних државних комплекса за потребе стамбене изградње социјално угрожених категорија	39.100,0	125.350,0	75.716,0	240.166,0
Провера статуса земљишта за изградњу у катастру	13.225,0			13.225,0
Доношење одлуке за изградњу	13.225,0			13.225,0
Израда пројектне документације за изградњу комплекса	12.650,0			12.650,0
Разрада пројектне документације ради дефинисања технологије извођења радова		17.250,0		17.250,0
Израда диманичког плана извођења радова		23.000,0		23.000,0
Дефинисање потреба за ресурсима (радна снага, механизација, материјал за уградњу, ...)		27.600,0		27.600,0
Испитивање тржишта и припрема тендерске документације		34.500,0		34.500,0
Одабир најповољнијег понуђача у складу са дефинисаним критеријумима		23.000,0		23.000,0
Израда и закључивање уговорне документације			28.750,0	28.750,0
Спровођење припремних радова на градилишту			28.750,0	28.750,0
Извођење уговорених радова на градилишту			17.871,0	17.871,0
Праћење и реализација уговора			345,0	345,0
Куповина станова за научно-истраживачки кадар	184.104,0	115.992,0	115.992,0	416.088,0
Доношење Закључка Владе Р. Србије	8.640,0			8.640,0
Доношење одлуке за куповину	12.960,0			12.960,0
Расписивање тендера за јавну набавку	14.400,0			14.400,0
Одабир најповољнијег понуђача у складу са дефинисаним критеријумима	10.800,0			10.800,0
Израда и закључивање уговорне документације	28.800,0			28.800,0
Реализација поступка куповине станова	99.144,0	99.144,0	99.144,0	297.432,0
Примопредаја станова и усељење	7.200,0	12.960,0	12.960,0	33.120,0
Коначни обрачун изведених радова	2.160,0	3.888,0	3.888,0	9.936,0

Пример који је наведен у Табели 1, представља веома упрошћен приказ датог модела само са финансијским расходима и издацима по активностима и пројектима који доприносе реализацији једног средњорочног циља Владе Републике Србије. На основу података приказаних у Табели 1, може се закључити да је за реализацију овог циља неопходно укупно обезбедити 796.254 милиона динара у периоду од 2013. до 2015. године. Приказана су укупно неопходна средства по годинама, пројектима и активностима. Оно што није приказано су намена и динамика реализације ових средстава али, свакако мора бити дефинисано пре почетка реализације било ког циља јер то захтева овај модел.

Проблеми настају у случају недостатка било ког ресурса а нарочито финансијских ресурса и у реалности то углавном подразумева „конфротацију“ циљева система одбране и расположивих средстава.

У претходно наведеном су садржани и основни циљ и суштина савременог планирања, програмирања, буџетирања и извршавања потреба и расхода корисника буџетских средстава. Основна мера квалитета је, према томе, не по сваку цену већа ефикасност већ довољна или што је могуће већа ефикасност корисника буџетских средстава у постојећим (реалним, стварно имајућим) економским и укупним друштвеним условима.

5. ЗАКЉУЧАК

Прве деценије двадесет првог века у Републици Србији започела је припрема за увођење вишегодишњег буџетирања по узору на већину земаља из окружења. Наиме, израда вишегодишњих („средњорочних“) буџета у свету је започела још 60-тих и раних 70-тих а, до данас овај приступ је постао мање-више универзално прихваћен.

Програмски буџет унапређује и заокружује процес циљно орјентисаног планирања и значајно доприноси успешности и рационалности планирања буџетских прихода и расхода. Он представља операционализацију процеса стратешког планирања односно, распоређивање потребних ресурса на остваривање конкретних краткорочних (до средњорочних) циљева утврђених у поступку оперативног планирања.

У односу на досадашњи начин планирања буџета чије је основно тежиште на апропријацијама по економској класификацији тј., планирање буџета по ставкама расхода, у фокусу програмског буџета налазе се резултати који се остварују односно, циљеви који се постижу ангажовањем свих предвиђених ресурса (материјалних и људских). Дакле, програмски буџет је приступ односно, процес чији је циљ успостављање везе између ангажованих ресурса и предложених односно, постигнутих резултата.

Програмски буџет ставља тежиште на планирање односно, на очекиване резултате као и праћење онога што је у претходним периодима остварено коришћењем одобрених средстава. Такође, програмским буџетом јасно се уводи компонента одговорности (код директних корисника буџетских средстава) за спровођење програма и самим тим унапређење управљања програмом.

У складу са наведеним, финансијски план корисника буџетских средстава у савременим условима треба да служи за успостављање везе између ангажованих средстава и предложених односно, постигнутих резултата. Стога је у буџетском систему Републике Србије у току увођење механизма за праћење реализације постигнутих циљева што је новина и предност у односу на стање до сада.

На крају, закључујемо, да корисници буџетских средстава који буду планирали а нарочито извршавали издатке и расходе у складу са утврђеним циљевима развоја и на тај начин буду доприносили реализацији циљева развоја Владе Републике Србије могу да очекују неопходна финансијска средства у складу са планираним иако је на снази рестриктивно и лимитирано финансирање издатака корисника буџетских средстава.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Barnett R., Ziegler M., Byleen K., (2006). *Primenjena matematika za poslovanje, ekonomiju, znanosti i zivotom svijetu i humanističke znanosti*, Mate Zagreb
- [2] Чубра, Н., (1973). *Планирање развоја оружаних снага*. Београд: Војна економска академија
- [3] Кочовић Ј., (1999). *Финансијска математика*, Економски факултет, Београд
- [4] Petrić, J., (1976). *Operaciona istraživanja*, knjiga druga, Savremena administracija, Beograd 1976.



ЈАВНЕ НАБАВКЕ У ОБЛАСТИ ОДБРАНЕ И ОПРЕМАЊЕ САВРЕМЕНИМ НАОРУЖАЊЕМ И ВОЈНОМ ОПРЕМОМ

PUBLIC PROCUREMENTS IN THE AREA OF DEFENCE AND EQUIPPING WITH MODERN ARMS AND MILITARY EQUIPMENT

PAPER TITLE

БРАНКО ТЕШАНОВИЋ¹, РАЈКО ПЕТРОВИЋ², МИЛЕНА КНЕЖЕВИЋ³

¹ Војна академија Универзитета одбране у Београду, brate@verat.net

² Сектор за материјалне ресурсе МО, Београд, rajko.petrovic@mod.gov.rs

³ Ректорат Универзитета одбране у Београду, milena.knezevic@mod.gov.rs

***Резиме:** У овом раду презентован је проблем опремања средствима наоружања и војне опреме, као и постојање дилеме сопственог развоја или опремања путем јавних набавки. Такође су презентована страна искуства у области опремања наоружањем и војном опремом.*

***Кључне речи:** набавке за одбрану, опремање Војске Србије, одбрамбена аквизиција.*

***Abstract:** This paper presents a problem of equipping of the armament and military equipment, as well as the dilemma between own development or equipment through the public procurement. You are presented with foreign experience in the field of furnishing weapons and military equipment.*

***Keywords:** defence procurements, equipping the Serbian Armed Forces, defence acquisitions.*

1. УВОД

Набавке за одбрану познате су под називом и "одбрамбена аквизиција", а то је процес путем којег државне безбедносне снаге обезбеђују опрему и услуге потребне за испуњење њихових задатака. Када је у питању одбрана, набављају се предмети који се искључиво користе у војне сврхе, као што су оружани системи и муниција, али и они који немају стиктно војну употребу (храна, одећа и сл.), а набављају се и разне услуге. У оквиру укупног буџета за одбрану, набавке заузимају значајан проценат укупних средстава за одбрану и у зависности од земље до земље, крећу се у проценту и до 25% укупног буџета одбране. [1]

Процес набавки за одбрану у многим аспектима је сличан било којој другој врсти набавки које спроводи Влада. Процењују се потребе, објављују тендери, процењују опције и затим доноси одлука о добацвљачу. Генерално, процес набавке за одбрану разликује се од земље до земље, али се најчешће врши кроз следеће фазе: процена претње и оперативних потреба; израда техничких спецификација; распитивање и о понуђачима и објављивање тендера; процењивање, преговарање и одабир, успостава процеса испоруке и контрола и ревизија.

Опремање Војске Србије средствима наоружања и војне опреме у миру регулисано је одговарајућим правилником, који прописује организацију, надлежности, критеријуме и поступке при опремању.

Опремање обухвата: истраживање, развој, освајање производње, производњу, усавршавање, набавку, испитивање и обезбеђење квалитета средстава наоружања и војне опреме из домаће производње и увоза. Као што видимо, набавка за потребе одбране, предствала само један сегмент комплексног проблема опремања и проистиче из низа активности и подпроцеса снабдевања.

2. СТРАТЕГИЈА И КОНЦЕПЦИЈА ОПРЕМАЊА НВО

Јавне набавке су област од јавног интереса која се односи на набавку производа, вршење услуга, извођење грађевинских и других радова, које набављају (врше) државни органи и други јавни субјекти а која се плаћају буџетским средствима.[2] Средствима наоружања и војне опреме (НВО) Војска се опрема у процесу планирања, програмирања, истраживања, развоја, производње,

испитивања и набавке средстава НВО. Планирање опремања обухвата израду дугорочних, средњорочних и годишњих планова научноистраживачког рада и опремања Војске средствима НВО, према важећим прописима за планирање развоја Војске. Процес планирања опремања обухвата и израду, разматрање и усвајање тактичке студије и претходне анализе, којом се задаци образлажу и уносе у финансијске планове ради обезбеђивања средстава за програмирање.

Програмирањем се, преко израде и усвајања програма реализације, утврђују, усвајају и одобравају: концепцијска решења, динамика реализације, фазе, рокови, путеви и трошкови реализације, односно оптимална варијанта реализације истраживачких и развојних задатака, освајање производње, набавке у земљи и иностранству готових средстава НВО, као и опремање истраживачко-развојних капацитета, капацитета за реализацију производње средстава НВО и опитних центара. На основу усвојених претходних анализа, задаци истраживања и развоја средстава НВО се коначно уносе у средњорочне и годишње планове научно-истраживачког рада, чиме се обезбеђује и финансирање израде програма реализације.

Не улазећи у историјску ретроспективу, уређеност савременог света јасно указује да се све земље (државе) по својој стратегији и по степену свог друштвено-политичког и привредног развоја могу сврстати у три основне групе. Прву групу чине земље Запада, Јапан, Русија, Кина, Индија), другу групу чине земље које су принуђене да се у развојној политици ослањају на инострану помоћ (неке земље Латинске Америке, Азије и северне Африке, земље источне Европе које су припадале социјалистичком блоку), а трећу - неразвијене земље и неке земље у развоју. Природно је да ова стратегија диктира и војну политику земље.

Земље прве групе располажу снажним и модерно опремљеним оружаним снагама, прилагођеним војној доктрини која је код неких земаља ове групе декларативно одбрамбена (империјални интереси се према потреби проглашавају националним одбрамбеним интересом), а код неких истински одбрамбена.

Код земаља друге групе уочавају се две различите војне политике, две стратегије одбране (иако неке од њих имају и прикривене освајачке амбиције). Једну представљају земље које својим концептом одбране обезбеђују потпуну политичку самосталност и независност, упркос неопходности ослањања на страну помоћ у привредном развоју. Другу представљају земље које су свој концепт одбране прилагодиле или подредиле војној стратегији земље на коју се највише ослањају у сопственом привредном развоју.

Земље треће групе, по правилу, немају конзистентну одбрамбену стратегију, већ је прилагођавају актуелним унутрашњим односима и могућностима, односно условима материјализације војне политике, којој групацији припада и Србија.

Наведена условна класификација имала је смисла за услове биполарности у глобалним светским односима и у овом часу када се људска цивилизација нашла у једном прелазном стању, у ситуацији преласка из глобалне биполарности у неко ново стање у коме се за сада настоји наметнути „нови светски поредак“ у којем ће једна сила (држава) управљати правилима игре. Одговор на питање колико ће овај „пројекат“ изградње „новог светског поретка“ успети, захтева свестрана разматрања и излази из оквира овог текста. Оно што се може тврдити са довољном сигурношћу јесте да у скорој и даљој будућности људска цивилизација, нажалост, неће остати без оружја, неће нестати војне силе и неће бити политички и економски самосталне државе без властитих оружаних снага. Свет и односи у њему су на несрећу још толико несавршени да пацифизам, у основи крајње људски и цивилизацијски порив, задржава метафизичку суштину.

Опремање властитих оружаних снага средствима НВО ослањањем на сопствене снаге или туђом војном помоћи је стратешко питање државне политике. У развоју и производњи средстава НВО, земље које се одлуче за концепт самосталности у мери која омогућава вођење самосталне политике, полазе од следећих циљева:

- 1) ослободити се стране увозне и војно-технолошке зависности,
- 2) проширити сопствену научно-техничку и производну базу земље.

С тим у вези законодавац је чланом 127. став 5. Закона о ЈН, предвидео да за ове набавке, на основу достављеног плана набавки у области одбране и безбедности, Влада доноси одлуку о спровођењу поступка и обавештава о томе надлежни одбор Народне скупштине. Законом о буџетском систему предвиђено је да се за капиталне пројекте (пројекти чија је вредност преко 100 милиона динара и који се реализују у периоду од најмање 3 године), Влада (Министарство финансија), даје сагласност на реализацију пројекта. [4]

Искуства већег броја земаља показују да се остваривање ових циљева постиже релативно споро, поступно и уз тешкоће, јер су у освајању производње неког система увек присутни аспекти војно-

технолошке зависности. Технолошка зависност у развоју и производњи НВО, посматрана са аспекта борбене готовости оружаних снага и одбрамбене способности земље, не разликује се много од увозне зависности средстава ратне технике као готових производа. Као што може да стави ембарго на испоруке наоружања и муниције, испоручилац може да ускрати и испоруке репроматеријала, склопова, делова и агрегата и на тај начин угрози производњу и спречи њен континуитет. Пуно ослобађање од увозне и технолошке зависности постиже се тек када се освоји производња система у целини - уз коришћење властитих сировина и репроматеријала.

Развој и производња средстава НВО, посебно сложених система оружја, захтева постојање више чинилаца:

а) одговарајућу научно-техничку и технолошку основу (научни и стручни кадар, организацијски институционализован и технички опремљен),

б) одговарајућу сировинску базу,

в) индустријско-производну инфраструктуру са потребним кадром,

г) економску моћ земље изражену у друштвеном бруто производу и националном дохотку,

д) апсорпциону моћ домаћег и страног тржишта наоружања.

Пре било какве анализе може се сагледати стање у неким развијеним земљама у којима се овакви процеси најављују или је њихова имплементација започела. За ову прилику илустративан је пример Шведске. То је земља приближно истог броја становника као Србија, са карактеристикама које унеколико одударају од обичних. Наиме, Шведска није ратовала више од двеста година, а има веома развијену војну индустрију и научноистраживачки рад у области војне технике и производи све врсте наоружања и војне опреме које захтева њена стратегија "тоталне одбране". Шведска има дугу традицију у производњи артиљеријских оруђа и муниције, експлозива и барута, а остварује запажене резултате и на пољу ракетне технике, електронике, бродоградње и ваздухопловства. Концепт опремања армије те земље никако не кореспондира капацитетима сопствене војне индустрије и зависан је од многих чинилаца: геостратегијски положај, угроженост од суседа, могућност приступања различитим облицима савеза, традиционална кооперација са другим земљама, итд. Сличан пример су војне индустрије Швајцарске и Аустрије.

Послови највиших институција за јавне набавке у земљама чланицама ЕУ обухватају две групе функција: основне и додатне. Основне функције су дефинисане националним законима, који произилазе из обавеза које произилазе које намеће чланство у ЕУ. [3]

3. МАТЕРИЈАЛИЗАЦИЈА КОНЦЕПТА ОПРЕМАЊА НВО

У условима неопходности располагања оружаним снагама и стратегијом њихове употребе, материјализација усвојене војне политике, односно одбрамбене концепције, своди се на неколико могућности чији је заједнички интерес да се ова материјализација реализује са што мањим трошковима.

У основи, главне су три могућности материјализације одбрамбене концепције:

1) потпуна или скоро потпуна самосталност у опремању властитих оружаних снага наоружањем и војном опремом (ову варијанту усвојиле су земље поменуте прве групе);

2) самосталност у опремању властитих оружаних снага у мери која омогућава земљи вођење самосталне, независне политике и самостално управљање привредним развојем (све земље поменуте друге групе објективно располажу ресурсима који омогућавају реализацију ове варијанте материјализације политике наоружавања, али су се неке и од њих одрекле те шансе из политичких разлога, стављајући се под „кишобран“ земље на коју се иначе највише ослањају у свом привредном развоју);

3) опремање властитих оружаних снага потпуно или претежно увезеним наоружањем и војном опремом (неке земље поменуте друге групе и скоро све земље треће групе).

Потпуна или скоро потпуна самосталност у опремању властитих оружаних снага претпоставља врло развијен истраживачко-развојни рад у области војне технике, континуирано и довољно финансирање тог рада и снажан војно-индустријски потенцијал, дугорочно ангажован на производњи за властите оружане снаге. У време „хладног рата“ то су обезбеђивали САД, СССР, Француска, Кина и Велика Британија.

Самосталност у опремању властитих оружаних снага у мери која омогућава земљи вођење самосталне политике и самостално управљање привредним развојем такође претпоставља довољно снажан војноиндустријски потенцијал и, према могућностима, довољно развијен сопствени истраживачко-развојни рад који обезбеђује највећи део (више од 80%) производног програма војне индустрије средствима и системима наоружања и војне опреме из сопственог развоја.

Већ је речено да постоји неколико могућности за материјализацију усвојене политике наоружавања. За земље као што су САД, Русија и још неколико развијених (и богатих) земаља које су се определиле за снажне и модерне оружане снаге, опремљене искључиво или претежно наоружањем и војном опремом сопственог развоја и производње, проблем се своди на налажење правих димензија војноиндустријског потенцијала и оптимизацију трошкова опремања. Иако се на први поглед може учинити да је овај проблем лако решив, више чињеница показује да практично ниједна од ових земаља не располаже оптималним моделом војноиндустријског потенцијала.

Трка у наоружавању у периоду „хладнога рата“, уз снажан притисак војноиндустријског лобија, довела је до производних капацитета који се не могу сматрати оптимално димензионираним, ни довољно економичним.

Економски, а и неки други интереси (мултинационалног капитала, већег стратешког повезивања) нагнали су последњих година чак и најразвијеније земље, са највећом аутономијом у производњи наоружања и војне опреме, на заједнички рад на сложеним и скупим развојним програмима. Међутим, међусобне набавке наоружања и војне опреме ипак су лимитиране националним прописима. На пример, америчка армија може набављати наоружање и војну опрему у иностранству само ако је цена за 30% нижа од цене по којој нуде домаћи произвођачи. Шведска армија може у иностранству набављати само оно што се не производи у домаћој војној индустрији, без обзира на цену.

Значајно је питање колики треба да буде ниво средстава за задовољење потреба изградње и даљег развоја војне индустрије, како не би дошло до смањења обима средстава за проширену репродукцију и нарушавања одређених пропорција између привредних субјеката у процесу материјалне производње. Ширина и обим војнопривредног комплекса, осим што су одређени основним стратешким опредељењима земље, објективно зависе од бројних фактора који их ограничавају.

За земље поменуте друге групе које својим концептом одбране обезбеђују политичку самосталност и независност изабрани пут материјализације политике наоружавања мора бити оптимално прилагођен економској снази, научном односно истраживачко-развојном потенцијалу, индустријским могућностима и природним ресурсима. То прилагођавање постиже се кроз објективну квантитативно-квалитативну анализу потенцијала земље и предвиђања параметара њеног целокупног развоја. Нажалост, не постоји математички модел који би омогућавао релативно једноставно и егзактно одређивање параметара истраживачко-развојног рада и војноиндустријских капацитета који оптимално (уз прихватљиву цену и потребан квалитет, у одређеном времену) материјализују политику наоружавања. Можда би могао да буде интересантан један поступак који је 1984. године коришћен за процену могућности и оправданости истраживачко-развојног и војноиндустријског потенцијала којим је у то време располагала СФР Југославија.

У том поступку претпоставља се да је способност једне земље да развија и производи средства и системе наоружања и војне опреме функција одређене, критичне вредности националног производа и њене индустријске развијености, која се условно може представити количином произведене енергије и количином произведеног челика по становнику. Усвојено је да се минимални, критични ниво способности постиже при: 1.000 долара националног производа по становнику, 1.000 kWh произведене енергије и 100 kg произведеног челика по становнику. Минимални ниво „условне способности“ могао би да се дефинише и на другачији начин (на пример, увођењем минималног броја истраживача на 1000 становника, минималног металопрерађивачког капацитета на 1000 становника и др.). Коначни резултат не би се много разликовао од резултата који се добију наведеном једноставном дефиницијом „условне способности“.

Ако се зна да је у просеку око 1% од укупног броја становника једне земље директно или индиректно укључен у развој и производњу наоружања и војне опреме, може се њена „условна способност“ (US) представити следећом емпиријском релацијом:

$$US = \left(\frac{K_{nd} + K_e + K_{\xi}}{3} \right) \times 0,01B_s$$

K_{nd} = NP по становнику/1000

K_e = kWh по становнику/1000

K_{ξ} = kg челика по становнику/100

B_s – број становника

NP - национални производ

Вредности „условне способности“ разврстане су у четири групе (А, Б, Ц, Д). Наша земља припада групи Д. Земље групе Д су способне да до 50 одсто потреба сопствених војних индустрија подмире из сопственог развоја и производње; од 5 одсто до 10 одсто могу производити на основу иностраних лиценци, док би увозом обезбедиле од 40 одсто до 50 одсто потреба.

Све земље у оквиру једне групе имају, по правилу, приближно једнаке могућности за развој и производњу средстава и система наоружања и војне опреме. Карактеристике појединих група земаља су следеће:

група А: способне су да развијају и производе потпуно аутономно целокупни спектар средстава и система наоружања и војне опреме (класична, ракетна, нуклеарна, космичка, биогенетска и сл.), у обиму који знатно премашује потребе опремања властитих оружаних снага;

група Б: располажу могућностима за развој и производњу највећег дела класичног наоружања и конвенционалног ракетног наоружања и скромним могућностима за развој и производњу ракетног наоружања са нуклеарним главама; на бази лиценци могу да производе и борбене авионе и сложене ракетне системе;

група Ц: способне су да развијају и производе класично наоружање и део конвенционалног ракетног наоружања за потребе својих оружаних снага и за извоз;

група Д: до 50 одсто потреба подмирују из сопственог развоја и производње; увозом обезбеђују од 40 одсто до 50 одсто потреба, а мањи део производње класичног наоружања ослања се на стране лиценце.

Остале земље своје оружане снаге опремају претежно увозом наоружања и војне опреме.

Уз наведену класификацију не треба губити из вида да она није узела у обзир друге околности (на пример, припадност војно-политичком савезу, економску и војну помоћ других земаља, изузетно високо издвајање из националног дохотка за одбрану и др.), које могу утицати на реалну способност за истраживачко-развојни рад и сопствену производњу наоружања и војне опреме. Израел је имао реалну способност знатно већу од израчунате „условне способности“, јер је располагао снажном војном индустријом са више од 60.000 радника, иако прима значајну војну помоћ од САД (уосталом, Израел је издвајао за своје оружане снаге око 15% националног дохотка). Са Канадом је обрнут случај: њена реална способност знатно је мања од „условне способности“, захваљујући геостратегијском положају и америчком „кишобрану“, због чега је за војне потребе издвајала веома мали део националног дохотка и није развила значајнију војну индустрију.

Карактеристичан пример је и бивша СФР Југославија, која би према критеријумима „условне способности“ била сврстана у доста ниску класификациону групу (са „условном способношћу“ блиском граници испод које сопствене истраживачко-развојне и производне могућности постају занемарљиве), али је ипак имала услова да обезбеди самосталност у опремању својих оружаних снага наоружањем и војном опремом из сопственог развоја и производње у мери која омогућава вођење самосталне, независне политике и самостално управљање привредним развојем.

У условима сталног усавршавања и усложњавања наоружања и војне опреме, границе „условне способности“ које омогућавају дату класификацију померају се ка све већим вредностима, односно ка све већим вредностима по становнику - националног дохотка, произведене енергије, сировог челика и других фактора од којих зависи економска моћ земље. То, у ствари, значи да једна земља може задржати своју способност за развој и производњу наоружања и војне опреме и остати у истој групи са земљама сличне способности само ако је њен укупан економски развој најмање на просеку развоја који остварују све земље дате групе. Повећање те способности и евентуални прелазак земље у групу са већом способношћу за развој и производњу наоружања и војне опреме захтева већи раст економске снаге у односу на просечан раст земаља дате групе.

5. ЗАКЉУЧАК

Опремање властитих оружаних снага наоружањем и војном опремом ослањањем на сопствене снаге или туђом војном помоћи стратешко је питање државне политике. Наравно, ово питање има значаја за релативно мале земље, јер велике војне силе и не би то биле уколико би се њиме забављале. Њихов је интерес да уз максимално наоружавање својих оружаних снага дођу и до максималног профита продајући део свог наоружања другима.

За земље које су се определиле за самосталност у опремању својих оружаних снага у мери која омогућава вођење независне политике и самостално управљање сопственим привредним развојем, када је располагање оружаним снагама нужност, производња наоружања и војне опреме на основу сопственог развоја доноси користи привреди земље. Поред уштеде за „народну касу“, истраживачко-развојни рад за потребе одбране јача научни потенцијал земље, а војна индустрија поспешује развој

укупне индустрије земље. Ако се располаже и производима одговарајућих перформанси и неопходног квалитета, извоз наоружања може земљи донети и знатан девизни прилив.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Тешановић, Б., Петровић, Р., Јовић, С. (2009). Искуства неких земаља НАТО у јавним набавкама за потребе одбране. Зборник радова са 36-ог Симпозијума о операционим истраживањима (SYMOPIS 2009), Ивањица, 79-82.
- [2] Тешановић, Б., Кеџман, М. (2008). Систем набавки прехранбених производа. Часопис Војно дело, 1/2008, 175-196.
- [3] Тешановић, Б., Петровић, Р. (2010). Јавне набавке за потребе одбране – искуства неких земаља. Часопис Војно дело, 2/2010, 184-200.
- [4] Закон о јавним набавкама, Службени Гласник Р. Србије, број 124/2012;
- [5] Закон о производњи и промету наоружања и војне опреме, Сл. Лист СРЈ број 41/96 и Сл. Гласник Р. Србије број 85/05;
- [6] Одлука о утврђивању националне контролне листе робе двоструке намене, сл. Гласник РС број 20/13;
- [7] Прилог из часописа "Правник", "Правци развоја јавних набавки у Р. Србији", , часопис број 11/2011;
- [8] Правилник о заједничким критеријумима и стандардима за успостављање, функционисање и извештавање о систему финансијског управљања и контроле у јавном сектору, Сл. Гласник Р. Србије број 99/11;



WACC, WARA I IRR U ALOKACIJI KUPOPRODAJNE CENE

WACC, WARA AND IRR IN PURCHASE PRICE ALLOCATION

NINA MILENKOVIĆ

KPMG Beograd, nmilenkovic@kpmg.com

Rezime: Prilikom kupoprodaje kompanija, Međunarodni standard finansijskog izveštavanja (IFRS) 3 "Poslovne kombinacije" zahteva da se u knjigama kupca kupoprodajna cena procenom alocira na pojedinačne pozicije materijalne i nematerijalne imovine i obaveza. Konzistentnost rezultata proverava se WARA analizom, gde se prosečan ponderisani prinos na sredstva (WARA) i implicirana stopa prinosa na goodwill (IRRg) porede sa prosečnom ponderisanom cenom kapitala (WACC) i impliciranom stopom prinosa same transakcije (IRR). U radu je prikazana međuzavisnost ovih stopa, njihovi poželjni odnosi i smernice u slučaju nekonzistentnosti.

Ključne reči: Alokacija kupoprodajne cene (PPA), Prosečna ponderisana cena kapitala (WACC), Prosečni ponderisani prinos na sredstva (WARA), Implicirana stopa prinosa (IRR), Gudvil.

Abstract: When acquisition takes place, International Financial Reporting Standard (IFRS) 3 „Business Combinations“ requires acquirer to account for by allocating purchase price to the individual tangible and intangible assets as well as liabilities. Results' consistency is verified by WARA analysis, which compares Weighted Average Return on Assets (WARA) and Implied Rate of Return on goodwill (IRRg) with Weighted Average Cost of Capital (WACC) and Implied Rate of Return of transaction (IRR). This paper presents interdependence between these rates, their preferred relations and guidelines in case of inconsistency.

Keywords: Purchase Price Allocation (PPA), Weighted Average Cost of Capital (WACC), Weighted Average Return on Assets (WARA), Implied Rate of Return (IRR), Goodwill.

1. UVOD

Prilikom kupoprodaje kompanija, cena plaćena u transakciji uglavnom se razlikuje od knjigovodstvene vrednosti kapitala kupljene kompanije. Kao i kod drugih poslovnih kombinacija, Međunarodni standard finansijskog izveštavanja (IFRS) 3 "Poslovne kombinacije" zahteva da se ova promena evidentira u poslovnim knjigama kompanije koja je stekla kontrolu, tj. kompanije kupca, tako što se ukupni troškovi poslovne kombinacije (u daljem tekstu: kupoprodajna cena) alociraju na pojedinačne prepoznatljive pozicije stečene materijalne i nematerijalne imovine, te na preuzete obaveze i svako učešće bez prava kontrole u pribavljenom entitetu (manjinski interes). Vrednost materijalne i nematerijalne imovine i obaveza određuje se odgovarajućim metodima procene.

Kupoprodajna cena (sa uključenim preuzetim dugovima) poredi se sa procenjenom vrednošću imovine kupljene kompanije; alternativno, cena bez dugova može se porediti sa neto imovinom, tj. razlikom između procenjene vrednosti materijalne i identifikovane nematerijalne imovine i procenjene vrednosti obaveza i učešća bez prava kontrole. Ukoliko je kupoprodajna cena viša od procenjene vrednosti neto imovine, evidentira se gudvil kao specifična nematerijalna imovina. U suprotnom slučaju, evidentira se dobitak od povoljne kupovine (ranije poznat kao negativni gudvil).

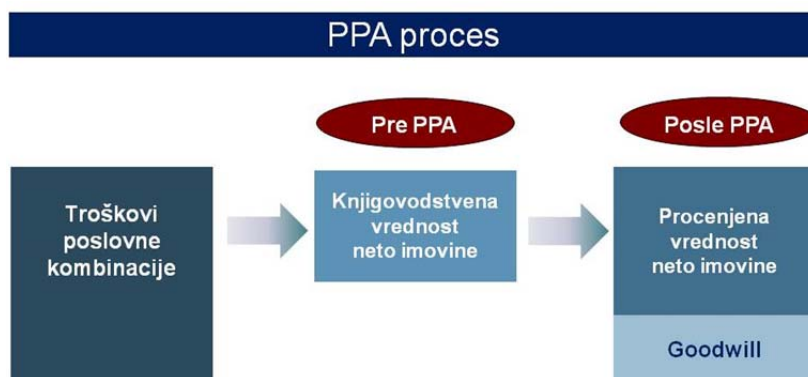
Konverzija vrednosti sredstava u novčane tokove vrši se pomoću stopa prinosa na pojedinačna sredstva, dok se novčani tokovi kompanije konvertuju u vrednost kapitala pomoću prosečne ponderisane cene kapitala (WACC). Provera konzistentnosti alokacije kupoprodajne cene vrši se poređenjem ovih stopa, kako međusobno, tako i sa impliciranom stopom prinosa na gudvil i impliciranom stopom prinosa od transakcije u celini. Ovaj postupak uobičajeno se naziva WARA analiza.

U radu je najpre ukratko prikazan postupak alokacije kupoprodajne cene (u daljem tekstu: PPA), a zatim WARA analiza, uslovi za konzistentnost rezultata, mogući uzroci nekonzistentnosti i način njenog otklanjanja.

2. ALOKACIJA KUPOPRODAJNE CENE

Fundamentalna jednačina PPA glasi: vrednost stečenih sredstava mora biti jednaka ukupno plaćenom iznosu. Na jednoj strani, dakle, nalaze se ukupni troškovi poslovne kombinacije (ukupno plaćeni iznos, purchase consideration), bez obzira da li je plaćanje ugovoreno u novcu, akcijama, finansijskim instrumentima ili na neki nepomenuti način. Na drugoj strani nalaze se sva sredstva kupljene kompanije: neto obrtna sredstva (obrotna sredstva umanjena za kratkoročne obaveze), nekretnine, postrojenja i oprema, ostala materijalna imovina, nematerijalna ulaganja i gudvil. Kao što je pomenuto u uvodu, neto finansijske obaveze mogu se tretirati na dva načina: ili se dodaju plaćenom iznosu i posmatra se investirani kapital (invested capital ili enterprise value) naspram ukupne imovine ili se oduzimaju od ukupne imovine i posmatra se iznos plaćen za sopstveni kapital (equity) naspram neto imovine.

Proces alokacije kupoprodajne cene pojednostavljeno se može prikazati sledećom slikom:



Slika 1: Prikaz procesa alokacije kupoprodajne cene (neto princip)

U najkraćem, proces se sastoji iz nekoliko koraka:

- utvrđivanje ukupnih troškova poslovne kombinacije, tj. ukupne kupoprodajne cene: iznos plaćen za kapital plus troškovi transakcije plus preuzete finansijske obaveze;
- identifikacija nematerijalne i materijalne imovine kupljene kompanije;
- utvrđivanje preostalog upotrebnog veka stečene imovine;
- procena fer vrednosti stečene imovine;
- alokacija kupoprodajne cene na stečena sredstva na osnovu njihove procenjene fer vrednosti;
- ukoliko je potrebno, izračunavanje odloženih poreza;
- utvrđivanje vrednosti gudvila kao reziduala, tj. razlike između kupoprodajne cene i procenjen fer vrednosti imovine.

Posebno zahtevan korak predstavlja identifikacija sredstava i obaveza. Tačnije, kako su materijalna sredstva i obaveze uglavnom precizno evidentirani u poslovnim knjigama kompanije, problem može da predstavlja identifikacija (a potom i procena vrednosti) nematerijalnih ulaganja.

Nematerijalna ulaganja obično se svrstavaju u nekoliko grupa, u zavisnosti od porekla:

- nematerijalna ulaganja vezana za tehnologiju (patentirana ili nepatentirana tehnologija, softveri, baze podataka i sl),
- nematerijalna ulaganja vezana za kupce/korisnike (ugovori sa kupcima, baze korisnika i sl),
- nematerijalna ulaganja vezana za marketing (brend, žigovi, kanali distribucije i sl),
- umetnička/kreativna nematerijalna ulaganja (knjige, filmovi, kompozicije i sl),
- nematerijalna ulaganja vezana za ugovorni odnos (licence, građevinske dozvole, franšize i sl).

Kada je u pitanju identifikacija, nematerijalna ulaganja smatraju se prepoznatljivim (identifiable), kada se moraju zasebno procenjivati, ili neprepoznatljivim (not identifiable), kada se tretiraju kao sastavni deo gudvila. U literaturi i praksi postoje veoma stroge procedure i kriterijumi za identifikaciju nematerijalnih ulaganja. Prema Međunarodnom računovodstvenom standardu 38, nematerijalna imovina je prepoznatljiva ako je ispunjen jedan od sledećih uslova:

- da je imovinu moguće odvojiti i prodati, izdati i sl, bez obzira da li vlasnik ima nameru da to uradi ili
- da je imovina nastala po osnovu ugovornih ili zakonskih prava, bez obzira na odvojivost samih prava.

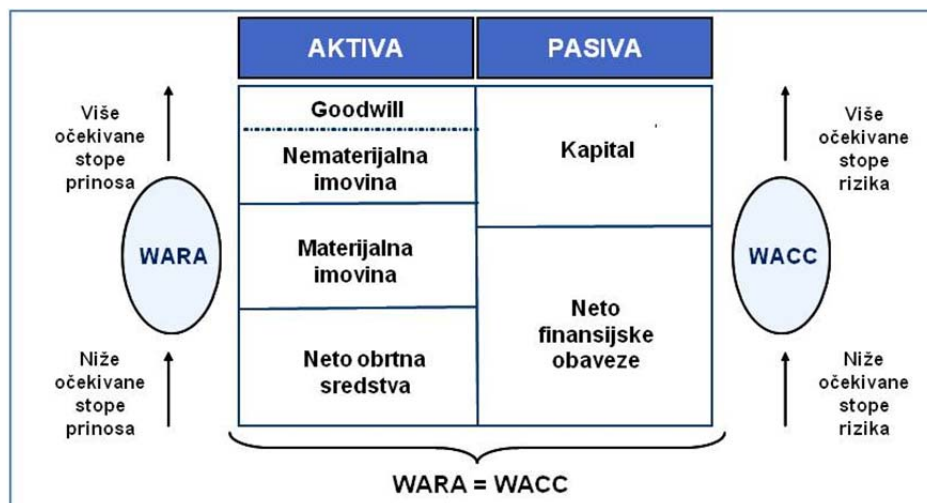
Kada su sva sredstva identifikovana, pristupa se proceni njihove fer vrednosti. Iako opis metodologije i postupaka procene daleko prevazilazi okvire ovog rada, valja napomenuti da se materijalna imovina najčešće procenjuje metodima u okviru troškovnog pristupa (metod amortizovanih troškova zamene za stalna sredstva), uz tržišni u meri u kojoj su podaci dostupni. Kod nematerijalne imovine izbor pristupa i metoda u

najvećoj meri zavisi od vrste imovine, tj. porekla. Sredstva vezana za marketing, kupce i tehnologiju najčešće se procenjuju nekim od metoda u okviru prinostnog pristupa: višegodišnji model viška prinosa (Multi-period Excess Earnings Method – MEEM), metod uštede na rojaltiju (Royalty Relief Method), metod diskontovanog inkrementalnog novčanog toka (Discounted Incremental Cash Flow Method) i sl.

Najzad, po utvrđivanju fer vrednosti materijalne i prepoznatljive nematerijalne imovine, pristupa se utvrđivanju gudvila. Gudvil zapravo obuhvata onaj deo vrednosti kompanije koji se ne može direktno povezati ni sa kojim drugim materijalnim ili prepoznatljivim nematerijalnim delom imovine ili odvojivim aspektom poslovanja.

3. WARA ANALIZA

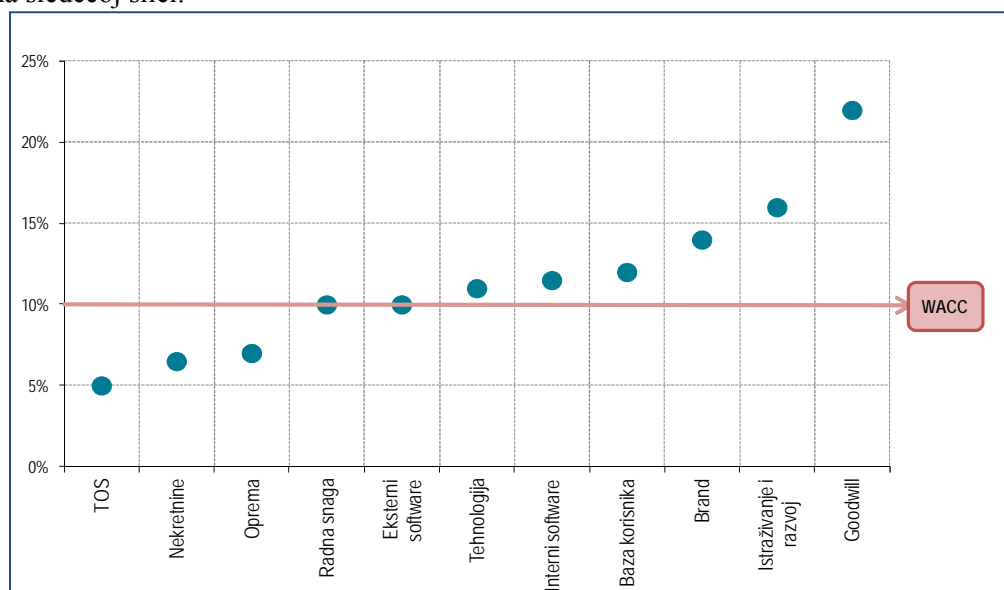
Osnovni princip WARA analize prikazan je na sledećoj slici (definicije i izračunavanje stopa prinosa videti u Dodatku):



Slika 2: Princip WARA analize (Big 4)

Vrednost (ukupnog) kapitala kompanije mora da bude jednaka vrednosti njegove imovine. U isto vreme, ona je rezultat novčanih tokova koje kapital generiše. Veza između novčanih tokova i kapitala je WACC - prosečna ponderisana stopa rizika/prinosa od sopstvenog i pozajmljenog kapitala, koja će novčane tokove kompanije konvertovati u vrednost jednaku kupoprodajnoj ceni.

S druge strane, novčani tokovi generisani su upotrebom imovine, tj. predstavljaju prinos na imovinu. Kao što sopstveni i pozajmljeni kapital imaju različite rizike/prinose, tako i svaka klasa imovine ima različitu stopu očekivanog prinosa. Odnos između WACC i pojedinačnih stopa prinosa na različite vrste imovine prikazan je na sledećoj slici:



Slika 3: Ravnotežna WACC linija (Shaw 2010)

U skladu sa direktnom korelacijom rizika i prinosa, a analogno sa manjom rizičnošću pozajmljenog kapitala od sopstvenog, utrživija imovina za koju se lakše obezbeđuje finansiranje ima niže stope prinosa od manje utržive (BG 2012, Vulpiani 2008). Tako će najniže stope prinosa imati neto obrtna sredstva, a najviše nematerijalna imovina.

Najvišu stopu prinosa u okviru imovine imaće gudvil, s tim što njegova stopa prinosa može da obuhvata više komponenata. Ukoliko postoje nematerijalna ulaganja koja su identifikovana i posebno procenjena, ali ne mogu da se evidentiraju u knjigama kao zasebna (na primer, radna snaga), potrebno je stopu prinosa na ova sredstva posebno obračunati. Preostali deo gudvila koji se ne može alocirati na drugu imovinu imaće najvišu stopu prinosa.

Ključna premisa WARA analize je da prinos na imovinu treba da bude jednak prinosu od kapitala. Samim tim, WARA analizu moguće je koristiti na dva načina.

Prva mogućnost je da se odrede stope prinosa za sve klase imovine, uključujući gudvil, pa tako dobijena WARA uporedi sa WACC; ukoliko stope nisu jednake, potrebno je razmotriti obe strane (ne)jednakosti.

U drugom slučaju polazi se od pretpostavke da je $WARA = WACC$, a zatim izračunava implicirana stopa prinosa na goodwill (IRR_g). Ova vrsta analize prikazana je u sledećem primeru.

Tabela 1: WARA analiza

	Vrednost mil.€	% od cene	Stopa prinosa	Ponderisani prinos
Kupoprodajna cena	170	100%		
Trajna obrtna sredstva	27	16%	5%	0.8%
Osnovna sredstva	85	50%	7%	3.5%
Nematerijalna ulaganja	34	20%		
Brand	12	7%	15%	1.1%
Baza korisnika	10	6%	13%	0.8%
Software	7	4%	9%	0.4%
Radna snaga	5	3%	9%	0.3%
Goodwill	24	14%	16%	2.2%
WARA				9.0%
WACC				9.0%

U skladu sa prethodnom analizom i Slikom 3, IRR_g mora da bude viša od WACC i WARA, kao i od svih ostalih stopa prinosa. Ukoliko to nije slučaj, treba pažljivo razmotriti sve usvojene pretpostavke: procenjene vrednosti, usvojene stope prinosa na sredstva, komponente WACC itd. Ako ni ponovna provera ne da zadovoljavajući rezultat, moguće je da je do neravnoteže došlo zato što je kupoprodajna cena neracionalno visoka ili neracionalno niska. Ovakav slučaj potrebno je detaljno obrazložiti u PPA izveštaju.

Isti razlozi i postupci važe i za slučaj kada se WACC i WARA značajno razlikuju.

Kao reprezentativnu stopu prinosa kompanije u poslovnoj kombinaciji paralelno sa WACC moguće je koristiti i impliciranu stopu prinosa od transakcije (IRR), koja sučeljava kupoprodajnu cenu i novčane tokove. Osnovna razlika između ove dve stope je u tome što se WACC utvrđuje na osnovu podataka sa tržišta (Fernandez 2013, Prat i Grabovski 2008), dok je IRR interno generisana. Ukoliko je WACC dobro određena, a novčani tokovi realistično projektovani, ove dve stope trebalo bi da imaju jednake ili bar bliske vrednosti (u slučaju iz gornjeg primera IRR iznosi 9,1%, što se smatra zanemarljivom razlikom).

Ukoliko je WACC značajno viša od IRR, trebalo bi ponovo razmotriti sve njene komponente ili proveriti da li je kupoprodajna cena nerealno visoka (što bi se već pokazalo preko IRR_g). U obrnutom slučaju, uzrok nekonzistentnosti može da bude na obe strane: ili WACC ne odražava sve rizike vezane za konkretnu kompaniju ili novčani tokovi iz kojih je obračunata IRR sadrže sinergiju specifičnu za konkretnog kupca (a ne samo onu koja je dostupna svim učesnicima na tržištu), te ih je potrebno korigovati. U zavisnosti od stepena korekcije, može doći do pomeranja WACC (i WARA), tako da je postupak usaglašavanja iterativan.

Najzad, moguće je i da se radi o izuzetno niskoj kupoprodajnoj ceni (bargain purchase), što će se pokazati preko vrednosti gudvila. Naime, u slučaju kada je u pitanju izuzetno niska kupoprodajna cena, vrednost gudvila biće negativna i relacije između IRR_g i ostalih stopa više neće u potpunosti važiti (relacija između WACC i WARA treba da važi i dalje).

4. ZAKLJUČAK

Alokacija kupoprodajne cene predstavlja jedan od najzahtevnijih zadataka u oblasti procene vrednosti. Potrebno je ponaosob proceniti svaku stavku materijalne i nematerijalne imovine zatečene u knjigama kupljene kompanije, zatim identifikovati i proceniti prepoznatljivu nematerijalnu imovinu koja nije ranije bila evidentirana, a potom odrediti vrednost gudvila (ili dobitka usled povoljne kupovine). Gotovo da nema procenjivčkog angažmana u kome je potrebno izvršiti toliki broj različitih analiza i primeniti toliko različitih tehnika, metoda i pretpostavki.

Kao i uvek kada je u pitanju veliki broj različitih metoda i pretpostavki, postoji rizik da će rezultati biti nekonzistentni, te je potrebno izvršiti logičku i, ukoliko je moguće, formalnu proveru. Za formalnu proveru služi WARA analiza, kojom se konzistentnost rezultata utvrđuje poređenjem različitih stopa prinosa.

U radu su prikazane najvažnije stope prinosa, opisana je i na primeru pokazana procedura izvođenja WARA analize i napomenuti su mogući uzroci i osnovne smernice za postupak u slučaju nekonzistentnosti rezultata.

Naravno, konzistentan rezultat ne mora da znači i da je PPA kvalitetno urađena. Konačan kvalitet zavisi od znanja i iskustva procenjivačkog tima, kvaliteta informacione i dokumentacione podloge, a u velikoj meri i od revizorskog tima i saradnje revizora i procenjivača.

LITERATURA

- [1] Fernandez, P. (2013): Valuation and Common Sense, IESE Business School, University of Navarra
- [2] KPMG, Deloitte, Ernest & Young, PricewaterhouseCoopers (2009-2013): različiti PPA projekti i interne publikacije (u tekstu Big 4)
- [3] Pratt, S.P, Grabowski, R.J. (2008): Cost of Capital, Applications and Examples, 3rd edition, John Wiley & Sons
- [4] Shaw, S (2010): Purchase Price Allocation, materijal sa KPMG kursa
- [5] The Brenner Group (2012): A Closer Look at Purchase Price Allocations, www.thebrennergroupp.com (u tekstu BG)
- [6] Vulpiani, M. (2008): Cost of Capital Estimation for Intangibles Valuation in Purchase Price Allocation, Business Valuation Review, Vol 27, No 1

DODATAK: DEFINICIJE WACC, WARA I IRR

Prosečna ponderisana cena kapitala (WACC) povezuje prinose, tj. novčane tokove preduzeća sa njegovom vrednošću. Iako se uobičajeno naziva cenom kapitala, ona je zapravo kombinacija stope prinosa na sopstveni kapital koju zahtevaju investitori i cene duga (Fernandez 2013). WACC se uobičajeno određuje na sledeći način:

$$WACC = r_E \frac{E}{V} + r_D(1 - t) \frac{D}{V} \quad (1)$$

gde je:

r_E – cena sopstvenog kapitala, tj. zahtevani prinos na ulaganje u preduzeće,

r_D – cena duga pre poreza,

E – sopstveni kapital,

D – pozajmljeni kapital (dug),

V – investirani kapital ($E+D$),

E/V – učešće sopstvenog u investiranom kapitalu

D/V – učešće duga u investiranom kapitalu

t – poreska stopa.

Značenje prosečne ponderisane stope prinosa na sredstva (WARA) jasno je već iz njenog imena. Ona pokazuje prinos na ukupnu imovinu kompanije (ili dela kompanije), a pri njenom izračunavanju pojedinačne stope prinosa ponderišu se relativnom vrednošću sredstava, tj. njihovim učešćima u ukupnoj vrednosti imovine (BG 2012):

$$WARA = \sum_{i=1}^n r_i v_i \quad (2)$$

gde je:

r_i – stopa prinosa na sredstvo i ,

v_i – učešće vrednosti sredstva i u ukupnoj vrednosti imovine.

Kao i svaka interna stopa prinosa, implicirana stopa prinosa od transakcije pokazuje rentabilnost transakcije. Generalno, interna stopa prinosa je ona stopa za koju je neto sadašnja vrednost novčanih tokova od nekog poduhvata jednaka nuli (Pratt i Grabowski 2008):

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \quad (3)$$

gde je:

CF_t – novčani tok u periodu t (u periodu $t = 0$ uzima se negativna vrednost ulaganja)

IRR – interna stopa prinosa (eksponent t podrazumeva diskontovanje na kraju perioda).

Implicirana stopa prinosa od transakcije dobija se sučeljavanjem kupoprodajne cene sa novčanim tokovima generisanim poslovanjem posle transakcije, s tim što se mora voditi računa da se specifična sinergija koja važi za datog kupca (ali ne i za ostale učesnike na tržištu) ne uzme u obzir.

Analogno, implicirana stopa prinosa na gudvil mogla bi se izračunati sučeljavanjem vrednosti gudvila sa novčanim tokovima koje se mogu pripisati isključivo gudvilu, tj. nisu generisani bilo kojim drugim materijalnim ili prepoznatljivim nematerijalnim delom imovine ili odvojivim aspektom poslovanja.



TRANSFORMACIJA DRUŠTVENO-EKONOMSKIH SISTEMA U USLOVIMA GLOBALIZACIJE

SOCIO-ECONOMIC SYSTEM TRANSFORMATION IN TERMS OF GLOBALIZATION

SASA TRANDAFILOVIĆ¹, NEBOJŠA DRAGOVIĆ², SRBISLAV CVEJIC³

¹ Ministarstvo odbrane-Sektor za budžet i finansije, (Univerzitet odbrane), Beograd, sasa.trandafilovic@mod.gov.rs

² Ministarstvo odbrane-Sektor za ljudske resurse, Beograd, nebojsa.dragovic@mod.gov.rs

³ Ministarstvo odbrane-Sektor za budžet i finansije, Beograd, srbislav.cvejic@mod.gov.rs

Režime: *Aktuelne svetske tendencije mogu se posmatrati kao globalizovani razvoj međuzavisnih elemenata i neprestanih konflikata u funkciji ostvarenja strateških interesa centara „moći“. U takvoj situaciji ogromna većina zemalja objektivno ne može da izbegne teške ekonomske i socijalne posledice u slučaju kada postaju predmet strateških interesa najrazvijenijih država. Nakon „demokratskih“ promena uporno se od njihovih kreatora dokazivala superiornost izgradnje „novog sistema“ koji će Republiku Srbiju i njene građane dovesti do „bogatog društva“. Takva nastojanja su se i obistinila: bogatog da, ali za koga? Cilj rada je identifikovanje savremenih tendencija u međunarodnim globalizovanim odnosima i njihov objektivni uticaj na dalju ekonomsku, odnosno nacionalnu budućnost zemalja koje se nalaze u višegodišnjoj recesiji.*

Ključne reči: *Globalizacija, transformacija, društvene protivrečnosti, nacionalna moć.*

Abstract: *Current world trends can be seen as globalized development of interdependent elements and continual conflicts with the function of accomplishing strategic interests of “power” centers. In such a situation the vast majority of countries cannot realistically avoid severe economic and social consequences in the case where they become an object of strategic interests of undeveloped countries. After “democratic” changes their creators were persistent in proving superiority of development of “the new system” which would lead the Republic of Serbia and its citizens to become “wealthy society”. Such efforts came true: it became wealthy, but in whose opinion? The goal is to identify contemporary trends in the globalized international relationships and their an objective to further economic impact and the future of the countries that are in a multi-year recession.*

Keywords: *Globalization, transformation, social contradictions, a national power.*

1. UVOD

Savremeni trenutak u kome živimo i funkcionišemo u značajnoj meri utiče i na transformacione procese društveno-ekonomskih sistema tako što pruža brojne mogućnosti daljeg razvoja najrazvijenijih zemalja, a za one druge visoku cenu koštanja nacionalnog opstanka.

Globalizacija i transformacija su dva izuzetno složena procesa, uslovljena visokim stepenom međuzavisnosti i neprestanom potrebom radikalnih društvenih reformi u korist onih koji kreiraju svetski globalizovani poredak. U tom kontekstu treba posmatrati nametnuta „pravila ponašanja“ (Vašingtonski konsenzus i drugi uslovljavajući mehanizmi) kao deo međunarodne igre u svetskim razmerama da bi se ogromna većina „periferije“ dovela u potpunu zavisnost od „centra moći“.

Aktuelne svetske tendencije mogu se posmatrati kao globalizovani razvoj međuzavisnih elemenata i neprestanih konflikata u funkciji ostvarenja strateških interesa centara „moći“. U takvoj situaciji ogromna većina zemalja objektivno ne može da izbegne teške ekonomske i socijalne posledice u slučaju kada postaju predmet interesa moćnih država.

I naše „demokratsko“ iskustvo je pokazalo da „država“ nije neko „neutralno“ biće, već zapravo aktivan činilac prinudne i ideološke dominacije u korist „centra moći“ gde neznatna manjina najrazvijenijih država neprikosnoveno kontroliše i upravlja nacionalnim bogatstvom većine država kroz uticaj na vladajuću političku opciju, kao „zavisno“ sredstvo preko koje se vlada ekonomijom i politikom.

2. DRUŠTVENO EKONOMSKI ASPEKTI GLOBALIZACIJE

Istorija nas uči da je uvek postojala težnja velikih sila da ovladaju poznatim svetom, osvoje susedne i udaljene zemlje, pokore bliske, a potom i nepoznate narode i da poraženom neprijatelju snagom oružja nametnu mir, svoj način života i rada, vrednosti življenja, svoju kulturu, verovanja i zakone. Naravno, prvenstveno u interesu svoje nacije i njene vladajuće elite, da bi od pokorenih naroda imali velike materijalne koristi, besplatnu radnu snagu i jeftina prirodna bogatstva. Iako se najčešće predstavlja kao isključivo ekonomski fenomen, globalizaciju treba posmatrati u širem kontekstu i to kao proces upravljanja politikom, ekonomijom i društvom po unapred „poznatom modelu“ kreatora, koji svoju međunarodnu poziciju grade na osnovu ekonomske moći i vojne sile. Kao proces koji vuče korene još od samog nastanka kapitalizma, primarno utemeljen na filozofiji neoliberalizma, globalizacija neminovno dovodi do podeljenosti i suprotstavljenosti sveta koji obuhvata skoro sva područja individualne, grupne i kolektivne ne samo ljudske, već i nacionalne egzistencije. Zato niko od ljudi i država u današnjem svetu ne može biti potpuno zaštićen od bilo dobrog, vrednog ili pogubnog planetarnog procesa globalizacije.

Danas su sve izraženija mišljenja da se politička i ekonomska globalizacija međunarodnih odnosa dugoročno osmišljava i kreira od strane SAD i njenom nastojanju da svim sredstvima nametne svetu svoju alternativu razvoja kroz upravljanje svetskim (globalnim) odnosima, tokovima, procesima i resursima. Nekada rušenje „sovjetskog“ pa „istočnog“, a danas „arapskog“ bloka predstavlja samo novi zamah američkog globalističkog nastupa, tako da su SAD dominantna i trenutno jedina svetska sila sa širokim arsenalom globalne moći, često na ivici legitimnog prava i prećutnog prihvatanja njene moći od strane mnogih (razvijenih) država i relevantnih međunarodnih organizacija i institucija.

Postoji opšta saglasnost da su informacione tehnologije i sistemi telekomunikacija motorna snaga ekonomskih i političkih integracija, odnosno materijalna osnova globalizacije sveta. Njihovu snagu najbolje dokazuju vremenske granice u brzini primene tehničkih inovacija, od pronalaska do praktične realizacije, pri čemu se procenjuje da se celokupno ljudsko znanje udvostručava svake tri godine, a da se u periodu od tri do četiri godine dešavaju tehničko-tehnološke inovacije za koje su ranije, u odnosu na njihov kvalitet i značaj, bili potrebni vekovi. Zahvaljujući fascinantnom razvoju informatičke tehnologije i sistema telekomunikacija, preko 500 miliona korisnika interneta u 2001. godini moglo je da prati događaje koji se dešavaju na različitim prostorima sveta, pa se iz tih razloga smatra „da je informatičko društvo jedna od velikih, verovatno najveća revolucija u istoriji, sa socijalnim, ekonomskim i političkim implikacijama“.

Razvoj naučno-tehničkog progressa sve više potiskuje nekadašnje političke, ideološke, nacionalne, verske i druge međunarodne podele u korist onih koji međunarodne odnose kreiraju isključivo radi zadovoljenja svojih dugoročnih materijalnih potreba i strateških nacionalnih interesa. Zbog toga su sve izraženije tendencije da najmoćnije zemlje uspostavljaju međusobne odnose na principu dogovornog konsenzusa, a da istovremeno prema ostalim zemljama nastupaju sa pozicije autoritarnosti i različitih oblika prinude. Posledica toga je dalje produbljivanje postojećih protivrečnosti i podela kroz strateško opredeljenje najmoćnijih zemalja sveta za održavanje i nastavljanje tendencija koje vode daljem širenju postojećih suprotnosti i globalizovanoj подели sveta.

Suprotnosti savremenog sveta najizraženije su na relaciji centar - periferija, tako što većina zemalja svoje potrebe za kapitalom, tehnologijom i opremom podmiruje iz ekonomski najrazvijenih zemalja pod uslovima koje im one nameću, uključujući i diferenciran pristup izvoza novih i savremenih dostignuća iz oblasti naoružanja i vojne opreme, elektronike, telekomunikacija, biotehnologije i dr.

Kroz globalizovane svetske odnose vojna moć i dalje predstavlja jedan od glavnih činilaca, zbog čega je i stalno prisutna potreba za jakim i savremeno opremljenim oružanim snagama najrazvijenijih država kao garanta u održavanju svetskog poretka i njegovog funkcionisanja u željenom pravcu.

U tehničko-tehnološkom smislu, SAD imaju dominantnu poziciju ne samo u proizvodnji informatičkih tehnologija i visoko specijalizovanih i složenih proizvoda i opreme širokih namena, već i dominantnu poziciju u razvoju novih tehnologija i naučno istraživačkih aktivnosti u osvajanju tehnologija budućnosti. U 2003. godini pet država sa najvećim brojem verifikovanih patenata su SAD (5.228), Japan (926), Nemačka (684), Kanada(244) i Francuska (183).

Iako su u funkcionisanju društveno-ekonomskog sistema ekonomija i politika međusobno uslovljeni i povezani, tendencije ukazuju da u nacionalnim okvirima politika sve više dominira nad ekonomijom, ali da na globalnom nivou centri ekonomske moći posredstvom investicionog kapitala i „planetarne“ proizvodnje dominiraju ne samo na ekonomskoj, već i na političkoj sceni, koristeći je za ostvarivanje projektovanih ciljeva.

Najrazvijenije države uvek imaju isti cilj, a to je da ekonomsku i drugu moć uvećaju eksploatacijom prirodnih i ljudskih resursa siromašnih i manje razvijenih država. Nekada se taj cilj realizovao kolonijalnim osvajanjima i ratovima, kasnije institucionalizacijom međunarodnih ekonomskih odnosa posredstvom

finansijskih i monetarnih institucija, nakon toga delovanjem transnacionalnih korporacija, a danas ponovo oružanim intervencijama koje su suštinski postale „uobičajeno“ i krajnje sredstvo prinude i prezentacije najsavremenijeg naoružanja i vojne opreme.

Suština političke i ekonomske nestabilnosti u uslovima vladavine neoliberalnog svetskog ekonomskog poretka, kao i drugih „neokolonijalnih“ tendencija krajnje je jednostavna. Kroz proces globalizacije moćne i ekonomski najrazvijenije zemlje, sa sve izraženijim militantnim težnjama, samo nastavljaju i podstiču dalje produbljivanje postojećih ekonomskih protivrečnosti, uz visoku stopu nezaposlenosti, tehničku zaostalost, sve veće siromaštvo i propast nacionalnog, duhovnog, materijalnog i kulturnog identiteta malih i ekonomski nerazvijenih država. Navodno zalaganje za „ljudska prava“ i „demokratske promene“ samo su deklarativna forma, a ekonomska eksploatacija suštinski razlog. Tačno pre četrdeset godina nekadašnji nemački kancelar Willy Brandt za govornicom Generalne skupštine Ujedinjenih nacija nije slučajno izjavio: S moralnog stanovništva ne postoji nikakva razlika da li je čovek ubijen u ratu ili je osuđen da umre od gladi zbog tuđe ravnodušnosti

2.1. Ekonomska nejednakost sveta i siromaštvo

Ubrzan naučno-tehnološki razvoj, kao i razvoj informatičke tehnologije i sistema komunikacija (uz sadejstvo sa finansijskim kapitalom), samo su nastavili da promovišu dominantan položaj razvijenih zemalja na svetskoj pozornici kroz nametanje njihovih uslova ostalom delu sveta. To praktično znači da ostale zemlje mogu biti uključene u međunarodne svetske tokove, ali na način da svojom ukupnom snagom ne mogu uticati na tokove kapitala i uspostavljene podele rada. Uostalom, upravo preraspodela cene rada i društvenog bogatstva predstavljaju temeljne vrednosti globalizovane podele društva, zbog čega nacionalna država sve više funkcioniše u nekom društveno otuđenom obliku.

Dosadašnja ekonomska, finansijska, energetska i druga kretanja potvrđuju da ekonomska nejednakost sveta i ekonomska nejednakost između i unutar država postaje sve veća, odnosno da globalizacija nedvosmisleno utiče na produbljivanje jaza između bogatih i siromašnih država, razvijenih i nerazvijenih, kao i velikih i malih država. I pored isticanja podrške vlada razvijenih država za smanjenje siromaštva u svetu, činjenice ukazuju na sledeće: u 2001. godini tri najbogatija čoveka na svetu posedovala su bogatstvo koje je veće od bruto nacionalnog proizvoda 48 najsiromašnijih država, dok bogatstvo 84 najbogatija pojedinca premašuje bruto nacionalni proizvod NR Kine sa preko 1,3 milijarde stanovnika. Imetak Bili Gejtsa bio je 90-tih godina u jednom trenutku veći od prihoda 100 miliona Amerikanaca; za samo 4 godine, odnosno u periodu od 1994. do 1998. godine 200 najbogatijih je uvećalo svoje bogatstvo sa 440 na 1.042 milijarde dolara, a 358 najbogatijih imalo prihod ravan prihodu 2,3 milijardi ljudi. S druge strane, oko 2,8 milijarde ljudi preživljava sa manje od 2 dolara dnevno, što jednostavno govori o tome da siromaštvo predstavlja glavni izazov globalne ekonomije, globalnog društva i globalizacije.

Neke od stručnih prognoza predviđaju da će razvoj globalne ekonomije biti izuzetno složen, uz hroničnu finansijsku nestabilnost i povećanje ekonomske podeljenosti sveta. Kao osnovni razlog navodi se da je ekonomija SAD u fazi dugotrajnog opadanja i kao najvažniji pokretač dosadašnjeg globalnog rasta izuzetno osetljiva na eventualni gubitak međunarodnog poverenja u izgleda za njen rast zbog ogromnog trgovinskog deficita, a što bi moglo da prouzrokuje negativne ekonomske i političke posledice na ostatak sveta. Pored toga, ukazuje se da ogromna većina država još uvek nije sprovedla finansijske reforme sistema koje bi omogućile suzbijanje novih ekonomskih kriza, da je globalno snabdevanje energijom značajno poremećeno i da se zapostavljeni regioni suočavaju sa sve težom ekonomskom stagnacijom i društvenom nestabilnošću, često praćenim političkim, etničkim, ideološkim i verskim ekstremizmom i nasiljem.

3. NACIONALNA MOĆ I NJEN UTICAJ NA SPOLJNO OKRUŽENJE

Uveravanja pristalica ekonomskog neoliberalizma da će privatizacija, liberalizacija i drugi neoliberalni instrumentariji učiniti svet ne samo bogatijim već i mirnijim, ni u kom slučaju nije umanjilo značaj vojne sile.

Realizacija projektovanih, odnosno utvrđenih ciljeva na nacionalnom nivou, najviše zavisi od spoljno-političke, ekonomske, vojne i druge moći koju država poseduje. Moć je nešto što državama omogućava da ostvaruju svoje nacionalne interese u međunarodnim pregovorima i oblikuju pravila koja upravljaju globalnim sistemom. Prilikom svakog međunarodnog konflikta uvek se na osnovu postojeće moći daje procena o tome ko je jači, a ko slabiji i kolike žrtve će gubitnik podneti dok ne bude prinuđen na prihvatanje uslova pobjednika. U tom smislu potencijalna nacionalna moć najviše zavisi od ekonomskih, diplomatsko-političkih i vojnih mogućnosti kojima raspolaže država, kao i njen status, odnosno položaj i uloga u svetskim globalizovanim odnosima.

Od svih činilaca državne moći mnogi autoriteti iz raznih oblasti vojnu moć smatraju glavnim činiocem potencijalne moći države (za vojne potrebe u svetu se svakog minuta potroši preko 2 miliona dolara). Sa aspekta istorijskih dešavanja, sudbinu nekog naroda najčešće je odlučivala kvantitativna i kvalitativna (vojno-tehnička opremljenost) raspoloživost vojnih snaga. Iz tih razloga se odbacuju neoliberalna gledišta da će u 21. veku ekonomska moć biti značajnija od vojne moći.

Jedna od najčešćih procena potencijalne moći države zasniva se na mogućnostima finansiranja i visine vojnog budžeta, uključujući i dodatne stimulanse vojnom sektoru kroz vojne nabavke za nacionalne potrebe. Pored toga, nacionalna moć zavisi i od drugih činilaca kao što su: veličina teritorije, stanovništvo, geografski položaj, bogatstvo sirovinama i energentima, stepen zavisnosti od uvoza, obim spoljne trgovine, investicija, produktivnosti rada, tehničko-tehnološke razvijenosti i dr.

Nezavisno od postojećih, odnosno različitih stavova da li je nacionalna moć u vojnoj ili ekonomskoj snazi, u suštinskom smislu vojna i ekonomska moć čine sastavne elemente istog proizvoda: kada sistem ekonomski uspešno funkcioniše „novac“ za vojni budžet nikad nije problem, pre svega zbog nacionalne sigurnosti i bezbednosti. Problem nastaje u slučaju kada država nije u stanju da izdvoji potrebna sredstva za nesmetano funkcionisanje vojnog sistema. Ali, i pored sagledavanja mogućih alternativa vojnoj moći, oslonac na nju i naoružavanje je još uvek široko rasprostranjeno i dominantno. Naime, većina onih koji donose političke odluke smatra da je vojna moć pretpostavka za uspešno sprovođenje diplomatije prinude kroz pretnju nekih od oblika upotrebe vojne sile. Uostalom, i izdaci za naoružavanje (preko 1.000 milijardi dolara godišnje) i njihov rast iz godine u godinu dovoljno govore o značaju vojne moći.

4. DIPLOMATIJA PRINUDE

Dostignuti nivo svetske globalizacije i njena dalja polarizacija uslovlili su „noveliran“ pristup najrazvijenijih država u realizaciji svojih nacionalnih interesa, polazeći od njihove ekonomske superiornosti i vojne nadmoći. To podrazumeva primenu koncepta diplomatije prinude, koji je svoju konkretnu i široku primenu našao poslednjih decenija dvadesetog i početkom dvadeset prvog veka.

Diplomatija prinude svodi se na pristup pregovaranju država na način da se nerešeno sporno pitanje rešava pretnjom ili upotrebom ograničene sile kako bi suprotna strana prihvatila nametnut kompromis.

U aktuelnim uslovima, sve više dolaze do izražaja suprotstavljeni nacionalni interesi između država, od kojih je jedna pod zaštitom „centra“ moći i relevantnih međunarodnih institucija ili organizacija. Nastali problem rešava se diplomatijom tako što se nametnuti pregovori uslovljavaju različitim oblicima pretnji i ucena ili uz najavu odgovarajuće upotrebe sile kako bi se ostvario cilj „povlašćenog“ pregovarača, odnosno da se druga strana prisili na „poželjeno“ ponašanje. Pod takvim uslovima, nastojanja da se spor reši mirnim putem najčešće postaju bezuspešna.

Iako kod kreatora novog svetskog poretka ne postoji jedinstven stav o načinima i oblicima primene diplomatije prinude, iskustvo je pokazalo da oslanjanje na vojni internacionalizam predstavlja osnovni mehanizam u realizaciji strateških nacionalnih interesa SAD i najrazvijenih zemalja, kao i njihovog uticaja na dalji razvoj međunarodnih svetskih odnosa. Tako na primer, u vremenu raspada bivše SFRJ, međunarodna zajednica i pojedine države (SAD, Velika Britanija, Holandija i druge zemlje) uključujući i mnoge mirovne izaslanike, pregovarače i druge predstavnike, koristili su različite načine i metode pregovaranja diplomatije prinude, u čiji smo se posledice i te kako uverili.

Imajući u vidu rizik koji nosi vojna intervencija sa aspekta cene koštanja takvog poduhvata, diplomatija prinude najčešće započinje ekonomskim sankcijama. Ekonomske sankcije podrazumevaju nametanje ekonomske blokade određenoj državi, uz istovremen prekid bilateralne i multilateralne saradnje, realizacije ugovora i sporazuma iz naučno-tehničke, vojne ili druge oblasti, suspenziju ili isključivanje iz članstva iz UN, MMF i ostalih institucija, uključujući i mogućnost totalne političke, ekonomske, saobraćajne, kulturne, sportske i druge međunarodne izolacije. U funkciji diplomatsko-političkog pritiska, osnovni ciljevi su najčešće transformacija društveno-ekonomskog sistema saglasno interesima inicijatora promena, kao i uklanjanje lidera i njegovih institucionalno pozicioniranih pristalica u korist tzv. „demokratskih“ lidera.

5. VOJNA INTERVENCIJA

U situaciji da ekonomske sankcije ne ostvare projektovane ciljeve, diplomatija prinude sa već pripremljenim scenarijem svoju narednu misiju prebacuje na upotrebu vojne sile, odnosno vojnu intervenciju radi promene postojećeg sistema ili nasilne secesije dela nacionalne teritorije, odnosno političkog, ekonomskog i vojnog podčinjavanja kreatorima vojne intervencije.

Sa međunarodno-pravnog aspekta, uvek je prisutan pokušaj da se vojna intervencija „legalizuje“ diplomatskim, ekonomskim, političkim, humanitarnim i drugim razlozima u relevantnim međunarodnim

institucijama, tako da je vojna intervencija, odnosno mešanje u unutrašnje stvari suverenih država pod pokroviteljstvom UN postala „uobičajena praksa“.

Kraj blokovske podele sveta i neskrivene ambicije SAD nametnule su koncept novog „demokratskog“ poretka, po kome promovisanje zaštite slobode naroda i ljudskih prava postaje glavni slogan američke spoljne politike, navodno motivisan sopstvenom nacionalnom bezbednošću: što je zajednica naroda koji su izabrali demokratski oblik vlasti veća i gušće utkana, Amerika će biti bezbednija i prosperitetnija.

Promocija demokratije i rasprostiranje ljudskih prava i snažna podrška i kanalisanje demokratskog društvenog toka i dovođenje na vlast prihvatljive političke garniture predstavlja prepoznatljivu karakteristiku vojno-intervencionističke politike, koja će svoj „internacionalni“ legitimitet pred nacionalnim auditorijumom braniti navodnom zaštitom ljudskih prava, širenjem demokratije i univerzalnih principa i vrednosti.

Nedoslednost u opravdanju razloga za vojnu intervenciju ogleda se u tome što najteža nasilja nisu nikada izazvala potrebnu međunarodnu pažnju i reakciju o zaštiti ljudskih prava i kreiranju osećaja „demokratskog“ kosmopolitskog humanog morala: u vojnoj intervenciji na Čečeniju gubici su premašili broj od 100.000 ljudi, ali Savet bezbednosti UN nije reagovao, niti razmišljao o bilo kakvoj intervenciji. Slična je bila reakcija Saveta bezbednosti UN i prema stradanjima žrtava u afričkim državama gde je, prema odgovarajućim procenama, u Sudanu stradalo oko 1.500.000 ljudi, Ruandi oko 1.000.000, Angoli 500.000, Liberiji 150.000, Alžiru 80.000 žrtava. I još veća apsurdnost: u većini slučajeva vojne intervencije nisu ispunile proklamovane „humane“ ciljeve nosioca vojne intervencije. Somalija nije pacifikovana, Haiti je i dalje siromašna zemlja, Bosna i Hercegovina je ostala praktično podeljena, a problemi bezbednosti u Avganistanu, Iraku i Libiji i dalje snažno prisutni. U svetu tome suviše je „slab“ argument borbe za ljudska prava i demokratiju, kao ideološki izgovor za vojnu intervenciju.

Sa teritorijalnog aspekta, može se zapaziti da se vojne intervencije najčešće izvode na Bliskom i Srednjem istoku, u Africi, Srednjoj Americi, Aziji i Jugoistočnoj Evropi, odnosno u onim regionima i državama za koje nosioci vojne intervencije imaju neosporan ekonomski, politički i vojni interes.

Ekonomska (geoenergetska) motivisanost i potrebe SAD i razvijenih evropskih zemalja za novim vitalnim resursnim osvajanjima predstavlja osnovni razlog za vojnu intervenciju u Iraku, a kasnije i u drugim arapskim zemljama, kao što je to slučaj sa Libijom 2011. godine. Geoenergetske naftne rezerve ukazuju da je Irak sa približno 11% svetskih rezervi nafte odmah iza Saudijske Arabije, koja je sa 25% rezervi na prvom mestu u svetu. Na samom Srednjem istoku se nalazi oko 38% svetskih rezervi nafte. Sve to vrlo ubedljivo potvrđuje da razlog okupacije Iraka nije opasnost od oružja za masovno uništavanje, koja nikad nije ni dokazana, već da su u pitanju ogromne i dokazane, odnosno ispitane rezerve nafte. Isti je slučaj i sa Libijom i drugim zemljama „naftnog“ područja. S druge strane, šta je povod vojne intervencije SAD u Avganistanu. Da li je u pitanju Alkaida i talibanski režim sa šerijatskim pravom i pustinjским šatorima i kamilama ili blizina kineske i ruske granice? Šta je zapravo bio cilj NATO agresije na SR Jugoslaviju: sprečavanje humanitarne katastrofe na Kosovu i Metohiji ili da se osigura dominacija NATO saveza u ovom delu jugoistočne Evrope i tako obezbedi strateški teritorijalni koridor prema Aziji, odnosno prema regionima najbogatijim sa energetske resursima koji se nalaze u regionu Kaspijskog mora.

6. ZAKLJUČAK

Svet je odavno suočen sa velikim brojem kriza bez presedana: ekološkom krizom, ekonomskom i finansijskom krizom, energetsom krizom i tako redom. Istovremeno se pojavljuju nove krize, dok stare ne samo što opstaju već se sve više šire po celoj planeti pa tako postaju globalne, svetske krize. Pokušaji da se svaka pojedinačno reši ili na račun drugih pokazali su se privremenim rešenjima. Više je nego očigledno da su moguća rešenja međuzavisna i da veliki broj kriza predstavlja jedan globalni krizni sindrom razvoja. Samim tim, globalizovani svet se nalazi na raskršnici: da li nastaviti tradicionalno «starim» putem u budućnost ili umesto toga krenuti «novim» putem. U aktuelnim uslovima, «novi» put svetskog globalizovanog razvoja nije samo pitanje izbora i «dobre» volje, već potrebe promene ponašanja i shvatanja da u vremenu «nuklearnih i drugih potencijalnih globalnih katastrofa» više ne postoje globalne polarizacije na razvijene i nerazvijene države, bogate i siromašne i da u «vremenu preživljavanja» zapravo svi zavisimo jedni od drugih. Drugim rečima, potrebe «drugačijeg» ponašanja nisu više samo pitanje tradicionalnih političkih, ideoloških, ekonomskih, socijalnih i drugih društvenih protivrečnosti već globalni svetski problem bez čijeg rešavanja ne postoje realne mogućnosti za održiv razvoj sveta.

LITERATURA

- [1] Kajtez I., Da li je globalizacija kriva za sve nesreće sadašnjeg sveta, Godišnjak Fakulteta bezbednosti 2010., Fakultet bezbednosti, Beograd, 2010.

- [2] Jovanović M., Kulić Ž., Cvetkovski T., Osnovi upravljanja ljudskim resursima, Megatrend univerzitet, Beograd, 2008.
- [3] Kisindžer H., Da li je Americi potrebna spoljna politika, BMG, Beograd, 2003.
- [4] Radovanović D., Geoeconomija, poslovna diplomatija i globalni menadžment, Liber, Beograd, 2008.
- [5] Mesarović M., Pestel E., Čovječanstvo na raskršću, Drugi izveštaj Rimskog kluba, Stvarnost, Zagreb, 1976.
- [6] Pečujlić M., Globalizacija, dva lika sveta, Gutenbergova galaksija, Beograd, 2002.
- [7] Global Trends 2015: A Dialogue the Future with Nongovernment Experts, National Intelligence Council, CIA, 2000.
- [8] Kegli V. Č, Vitkof R. J., Svetska politika, trend i transformacija, Želind, Beograd, 2006.
- [9] Mandelbaum M., Ideje koje su osvojile svet, Filip Višnjić, Beograd, 2004.



KREDITI BANAKA – MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA FINANSIRANJA MALIH I SREDNJIH PREDUZEĆA U REPUBLICI SRBIJI

BANK LOANS – POSSIBILITIES AND LIMITATIONS IN FINANCING SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES IN THE REPUBLIC OF SERBIA

ŽELJKO TURUDIĆ

Beograd, zeljkoturudic@hotmail.com

Rezime: Najveći problem sa kojim se mala i srednja preduzeća u Republici Srbiji suočavaju jeste nedostatak finansijskih sredstava. Mada ova preduzeća preko 2/3 svojih finansijskih potreba finansiraju iz sopstvenih izvora, njihovo poslovanje se, ipak, u značajnoj meri oslanja na eksterne izvore kapitala, među kojima krediti banaka, sa blizu 30% u strukturi ukupnih eksternih izvora finansiranja, zauzimaju prvo mesto. I pored njihovog relativno visokog učešća u strukturi izvora finansiranja smatramo da postoji prostor za unapređenje saradnje između banaka i malih i srednjih preduzeća što bi rezultiralo povećanjem broja i iznos odobrenih zajmova. Kao glavna ograničenja za ostvarenje ovih ciljeva navode se: visoke kamate, obezbeđenje kredita, visoki bankarski troškovi, limitirani iznos kredita, duge bankarske procedure, nedovoljna informisanost i dr. Neka od mogućih rešenja za njihovo prevazilaženje biće ponuđena u našem radu.

Ključne reči: Mala i srednja preduzeća, krediti banaka, ograničenja, moguća rešenja.

Abstract: Lack of financial resources is the biggest problem for small and medium enterprises (SME) face in the Republic of Serbia. Although SME finance over two third of their needs from their own sources, their business is still, to a significant extent, relying on external sources of financing, in which bank loans are ranked first with nearly 30% participation in total external sources. Despite this relatively high participation of bank loans in sources of financing structure, we believe that there is room for improvement of cooperation between banks and SME resulting in increased number and amount of loans granted. Main limitations in achieving this goal are: high interest rates, loan collateral, high bank fees, low approved amount, long bank procedures, lack of information etc. Some of possible solutions to overcome these limitations are subject in this article.

Keywords: Bank loans, small and medium enterprises, limitations, possibilities.

1. UVOD

Pre nego što počnemo naše izlaganje moramo naglasiti da mala i srednja preduzeća (u daljem tekstu MSP) nisu “minijature” velikih i da se od njih, osim po veličini, razlikuju i po nastupu na tržištu, načinu proizvodnje, upravljanja, organizovanja, fleksibilnosti, izloženosti riziku, itd., što zahteva prilagođavanje svih oblika finansiranja, pa i kredita banaka.

Retka su MSP, i preduzeća uopšte, koja svoje poslovanje, rast i razvoj mogu da finansiraju iz sopstvenih izvora. Jedan od načina finansiranja koji preduzeća često koriste jeste bankarski kredit. Pre nego što odluči da li da aplicira za kredit preduzeće treba da sagleda sve moguće izvore finansiranja i uporedi ih prema ceni, dostupnosti i drugim uslovima relevantnim za donošenje ove odluke. Ako se odluči da potrebna sredstva pribavi putem kredita, pre nego što podnese zahtev za kredit, preduzeće mora imati u vidu koju vrstu finansijske potrebe treba da zadovolji. Prilagođavanje izvora kapitala nameni sredstvava, od velikog je značaja za uspešnost poslovanja preduzeća, a samim tim i mogućnost servisiranja duga uvećanog za kamatu i izmirenja obaveza prema državi.

2. ODABRANE KLASIFIKACIJE FINANSIJSKIH POTREBA I KREDITA

Sa namenske strane finansijske potrebe možemo razvrstati na: finansiranje tekuće likvidnosti, finansiranje projektovanog rasta (obima proizvodnje), finansiranje investicionih projekata i finansiranje inovacija

(izmena i noviteta u proizvodima i procesima). Za finansiranje ovih potreba koriste se različite vrste kredita koje mogu biti manje ili više pogodne za finansiranje određene potrebe u konkretnoj situaciji.

Obzirom da, u zavisnosti od izabranog kriterijuma, postoji veoma veliki broj klasifikacija kredita mi ćemo na ovom mestu navesti samo neke od značaja za našu analizu. Prema ročnosti, krediti mogu biti kratkoročni (krediti sa rokom otplate do godinu dana) i dugoročni (krediti sa rokom otplate dužim od godinu dana). Prema nameni, razlikuju se krediti za finansiranje osnovnih sredstava, krediti za finansiranje trajnih obrtnih sredstava, krediti za likvidnost i sl. Ako kao kriterijum uzmemo način stavljanja na raspolaganje, razlikujemo jednokratne kredite (uplaćuju se na račun preduzeća u celosti odmah po odobrenju), kreditne linije (utvrđuje se negarantovani maksimalni iznos kredita koji preduzeće može koristiti u svakom trenutku u toku kreditnog perioda), revolving kredite (sličan kreditnoj liniji, s tim što, za razliku od kreditne linije, banka garantuje da će staviti na raspolaganje ugovoreni iznos sredstava, nezavisno od toga da li ona ima problema sa nedostatkom gotovine) i dozvoljeni minus (određuje se iznos do kojeg se preduzeće može zadužiti po tekućem računu).

3. SPECIFIČNOSTI ODNOSA BANAKA I MSP

Nakon kratkog upoznavanja sa različitim finansijskim potrebama MSP i vrstama kredita kojima bi se ove potrebe mogle zadovoljiti, u narednim izlaganjima ćemo pokušati da ukažemo na probleme dostupnosti i visokih cena bankarskih kredita za ova preduzeća.

Na osnovu mnogobrojnih istraživanja sprovedenih u prethodnom periodu može se zaključiti da MSP i bankarski sistem imaju negativno mišljenje jedni prema drugima i negativno komentarišu međusobnu saradnju.

Osnovno gledište banaka na MSP je: mala i srednja preduzeća nisu spremna za saradnju sa bankama, jer nemaju osnovna znanja o procedurama u skladu s kojima banke posluju; nerelevantnost finansijskih izveštaja i postojanje jaza između stvarnih poslovnih rezultata i rezultata koji se prikazuju u bankama; menadžment se nije dokazao i banke nemaju iskustva u radu sa njima; nepostojanje adekvatnih instrumenata obezbeđenja, jer preduzetnici retko imaju legalno registrovana osnovna sredstva; nedostatak razumevanja i nevoljnost MSP da private rizik i sl.

Sa druge strane, MSP nema poverenja u banke i vrlo često su nevoljni za otvoreno partnerstvo i saradnju sa njima. Najčešći razlozi ovakvog ponašanja su: nedostatak poverenja u osoblje banke koji se zasniva na nepostojanju adekvatnih informacija; neadekvatan tretman MSP od strane banaka i nestandardizovan pristup biznis planovima; spora, komplikovana i skupa procedura procene kreditnih aplikacija; neodgovarajuća metodologija i kriterijumi za procenu poslovnih i kreditnih kapaciteta koji su prilagođeni velikim preduzećima; ne prihvatanje neregistrovane nepokretne imovine i određene pokretne imovine kao sredstva obezbeđenja, itd.

Da bi se sagledali uzroci nekih od navedenih problema i ponudila moguća rešenja, Evropska komisija je 2006-2007. godine organizovala pet okruglih stolova na kojima su, pored predstavnika banaka i MSP, učestvovali predstavnici računovodstvenih profesija i uzajamnih garantnih društava. Glavne teme bile su transparentnost i dijalog između banaka i MSP, mezanin finansiranje i obezbeđenje kredita. Što se tiče transparentnosti i dijaloga između banaka i MSP, donet je zaključak da ako MSP mogu da unaprede kvalitet informacija koje pružaju bankama, onda mogu dobiti povoljnije uslove kreditiranja koji odražavaju njihovu kreditnu sposobnost.

U cilju smanjenja informacione asimetrije date su sledeće preporuke:

- Udruženja banaka treba da pokrenu ili nastave dijalog sa organizacijama MSP na nacionalnom nivou o načinima povećanja uzajamnog razumevanja. Ovaj proces bi trebao da bude podržan od strane državnih organa koji treba da obezbede redovne diskusije na ovu temu.
- Da bi poboljšala kvalitet poslovnih informacija kojima snabdevaju banke, MSP treba da poseduju alate za unapređenje transparentnosti. U tom smislu organizacije MSP treba da, razvojem uputstava i rečnika, pomognu svojim članovima u razumevanju finansijske terminologije i koncepata.

Kada je u pitanju problem obezbeđenja kredita, Berger i Udell tvrde da postoji pet tehnika odobravanja kredita u zavisnosti od toga šta se koristi kao „kolateral“. To su kreditiranje na bazi finansijskih izveštaja, kredit scoring malog biznisa, kreditiranje zasnovano na sredstvima, faktoring i trgovački kredit. Obzirom da faktoring i trgovački krediti nisu predmet naše analize u narednim izlaganjima ćemo se osvrnuti na prve tri tehnike kreditiranja.

Kod kreditiranja na bazi finansijskih izveštaja procena rizika potencijalnog korisnika kredita, kao što i sam naziv kaže, vrši se na osnovu njegovih finansijskih izveštaja. Potrebna su dva uslova za korišćenje ove tehnike. Prvo, dužnik mora da ima pouzdane finansijske izveštaje (na primer revidirani finansijski izveštaji pripremljeni od strane renomirane računovodstvene firme u skladu sa široko prihvaćenim računovodstvenim

standardima kao što su IFRS ili GAAP). Drugo, dužnik mora da ima jako finansijsko stanje koje se ogleda u podacima prikazanim u njegovim finansijskim izveštajima. Ugovor o zajmu koji proizilazi iz analize finansijskih izveštaja može sadržati i druge elemente, kao što su kolaterali, lične garancije i sl., ali se kao primarni kriterijum za ocenu kreditne sposobnosti koriste finansijski izveštaji, odnosno očekivani novčani tokovi koji su u njima predstavljeni. Ova tehnika kreditiranja može se primeniti kod informaciono transparentnih firmi koje posluju u jakom institucionalnom okruženju. Ovo se posebno odnosi na primenu Međunarodnih računovodstvenih standarda i kredibilitet revizora, što je teško izvodljivo za MSP, pogotovo u nerazvijenim zemljama kao što je Republika Srbija.

Kredit scoring malog biznisa je relativno nova tehnika kreditiranja čija šira primena je počela 90-ih godina prošlog veka u SAD, a zasniva se na informacijama o MSP i njihovim vlasnicima. Informacije o vlasniku su vezane za njegovo imovinsko stanje, koje se može sagledati na osnovu ličnog prihoda, obaveza, finansijskih sredstava, stambenog prostora i sl. Ovi podaci se kombinuju sa podacima o MSP koje je prikupila kreditna institucija (veće finansijske institucije mogu imati svoje baze podataka o MSP), a u nekim slučajevima sa podacima iz kreditnog biroa. Prikupljeni podaci se unose u model za predviđanje performansi zajma, koji daje rezultat u obliku broja bodova. U nekim slučajevima, finansijske institucije, na osnovu broja bodova, automatski prihvataju ili odbijaju zahtev, dok u drugim koriste diskreciono pravo prilikom donošenja odluke o zajmu. Prednost credit scoring-a kod procene rizika MSP ogleda se u njegovoj jednostavnosti, što rezultira skraćanjem vremena i manjim troškovima obrade kredita. Ono što se zamera ovoj tehnici jeste njena zasnovanost na podacima iz prošlosti i manje oslanjanje na kvalitativne podatke.

Kreditiranje zasnovano na imovini je tehnika kreditiranja kod koje se procena kreditne sposobnosti klijenta vrši na osnovu vrednosti imovine preduzeća. Pri tom se za kreditiranje obrtnih sredstava, kao kolateral, koriste obrtna sredstva kao što su potraživanja od kupaca i zalihe, dok se za kreditiranje nabavke osnovnih sredstava, kao kolateral, koriste osnovna sredstva kao što su oprema i nekretnine. Između ovog i kolaterala koji se koristi kod drugih tehnika nema razlike. Jedina razlika je u tome što se kod ove tehnike kolateral koristi kao primarno, a kod drugih kao sekundarno obezbeđenje. Treba dodati da se prilikom određivanja visine kredita koristi likvidaciona vrednost imovine. Prednosti ove tehnike su što se zasniva na pouzdanim podacima o vrednosti imovine i postojanje prava prvenstva naplate potraživanja prilikom likvidacije ili reorganizacije dužnika. Nedostaci proizilaze iz činjenice da procena vrednosti imovine nije uvek jednostavna, a pravo na imovinu treba da se upiše kod odgovarajućeg organa, što zahteva dosta novca i vremena. Primena kreditiranja zasnovanog na imovini zahteva postojanje odgovarajućih zakona koji će omogućiti zaštitu imaoaca prava zaloge. Kao osnovni uslovi nameću se postojanje jedinstvenog registra založene imovine i regulisanje prava prvenstva naplate potraživanja. Ova tehnika je manje pogodna za MSP, jer ona često ne raspolaže značajnom materijalnom imovinom, a procena imovine i upisivanje prava zaloge u registar može biti veoma skupo s obzirom da su obično u pitanju manji iznosi kredita.

Za bolje razumevanje odnosa banaka i MSP značajna su istraživanja Degryse-a i Van Cayseele-a koji su ispitivali uticaj veza između banke i klijenta na uslove kreditiranja. Oni su došli do zaključka da intenzitet odnosa između banke i MSP utiče na visinu kamatne stope i druge uslove ugovora o kreditu. Rezultati njihovih istraživanja ukazuju na sledeće: što su odnosi između firme i banke duži firme plaćaju veću kamatnu stopu (banke slede logiku da na početku saradnje odobravaju kredite sa nižom kamatnom stopom kako bi privukle nove klijente, a da kod zajmova u narednom periodu one povećavaju kamatne stope kako bi nadomestile niže kamate iz prethodnog perioda); kamatna stopa se smanjuje ako preduzeće pored kredita koristi druge proizvode banke i/ili obavlja većinu svog platnog prometa preko te banke; kamatna stopa se znatno povećava za preduzeća koja nemaju jednu banku kao glavnog zajmodavca, dok u suprotnom slučaju neznatno raste; količina javnih informacija o firmi, merena njenom starosti, utiče na smanjenje kamatnih stopa.

Na uslove kreditiranja MSP, pored navedenih odnosa, utiču veličina i vlasništvo nad bankama (domaće ili strano, privatno ili državno), kao i njihova koncentracija na tržištu. Dalje, na opštu kreditnu klimu utiču i: informaciono okruženje (opšteprihvaćeni računovodstveni standardi, nezavisne kredibilne računovodstvene firme i dostupnost podataka o kreditnoj sposobnosti korisnika kredita), vladavina prava, nezavisno i efikasno sudstvo, stečajni zakoni, poreski sistem i regulatorno okruženje. Obzirom na stanje navedenih faktora u našoj zemlji, moglo bi se reći da se sektor MSP nalazi u nezavidnoj poziciji, ali s druge strane, i da postoji dosta prostora za unapređenje uslova kreditiranja.

4. MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA UNAPREĐENJA SISTEMA KREDITIRANJA MSP U REPUBLICI SRBIJI

Nakon opštih razmatranja vezanih za odnos banaka i MSP u narednim izlaganjima ćemo se osvrnuti na korišćenje bankarskih kredita od strane MSP u Evropskoj Uniji (EU), Sjedinjenim Američkim Državama

(SAD) i Republici Srbiji, kako bi izvršili određena poređenja, koja bi nam omogućila da uočimo bitne nedostatke i predložimo moguća rešenja za njihovo otklanjanje.

4.1. Kreditiranje MSP u EU i SAD

Ne možemo a da ne naglasimo da pristup izvorima finansiranja nije najveći problem sa kojim se MSP u SAD i EU susreću, ali je među najvećim. Dok u SAD ovaj problem nije među prvih tri, u EU se on nalazi na drugom mestu (15% ispitanih preduzeća), odmah iza otežanog pronalazjenja kupaca (24% ispitanih preduzeća).

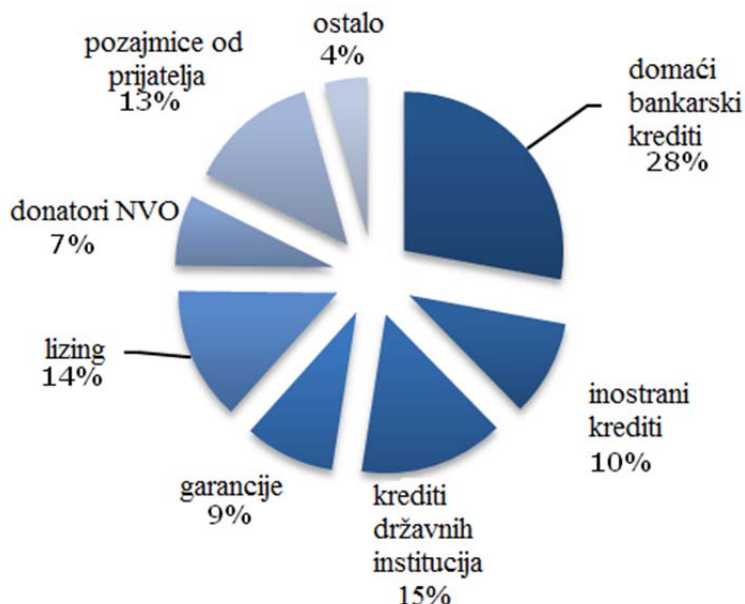
MSP u SAD se primarno finansiraju iz internih izvora koji čine oko 53% od ukupnih izvora sredstava, dok se ostatak kapitala finansira iz eksternih izvora od kojih 45% čine krediti banaka. Za EU ne postoje podaci o strukturi finansiranja iz internih i eksternih izvora, međutim, prema podacima Evropske komisije iz 2011. godine najveći procenat MSP (56%) navelo je da se finansira isključivo iz eksternih izvora, dok 20% njih koristi interne i eksternu izvore, a svega 4% je izjavilo da se finansiraju samo iz internih izvora. Najčešće korišćeni eksterni izvori su dozvoljeni minus kod banaka koji je koristilo 40% preduzeća, zatim slede lizing i faktoring sa 36%, trgovački krediti sa 32% i krediti sa 30%, od kojih 88% čine krediti banaka.

4.2. Kreditiranje MSP u Republici Srbiji

Za razliku od SAD i EU, gde se nedostatak finansijskih sredstava nalazi u vrhu problema sa kojima se MSP suočavaju, ali nije i najveći, značajan broj MSP (njih 47%) u Republici Srbiji kao primarni problem navode nedovoljno finansijskih sredstava, zatim slede komplikovana zakonska regulativa i propisi, nedostatak kvalifikovane radne snage, neusklađenost poslovanja sa zahtevima standarda kvaliteta, nedostatak informacija o tržištima i tehnologijama, itd.

Razlike u odnosu na SAD i EU se uočavaju i kada je u pitanju struktura izvora finansiranja. Naime 66% investicija i 79% obrtnih sredstava se finansira iz sopstvenih izvora, dok ostatak čine spoljni izvori finansiranja. Ovakvo stanje nije posledica njihove sposobnosti da sami generišu dovoljno finansijskih sredstava, već ukazuje na nepostojanje adekvatnih spoljnih izvora kapitala i nespremnost otvaranja prema investitorima.

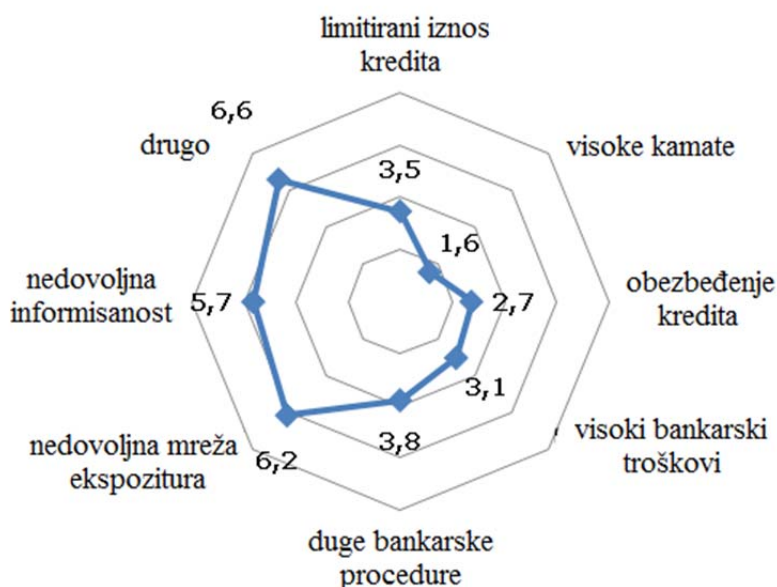
Struktura spoljnih izvora finansiranja, prikazana na sledećem grafikonu, pokazuje da MSP na domaćem tržištu najčešće koriste kredite banaka (28% anketiranih), zatim slede krediti državnih fondova i institucija sa 15%, lizing sa 14%, pozajmice prijatelja sa 13%, inostrani krediti sa 10%, garancije sa 9%, donacije sa 7% i ostali izvori sa 4%.



Grafikon 1: Struktura spoljnih izvora finansiranja MSP u Republici Srbiji (izraženo u % od ukupnog broja anketiranih preduzeća)

Ako pretpostavimo da su inostrani krediti u najvećoj meri krediti banaka, dolazimo do 38% preduzeća koja, kao eksterne izvore sredstava koriste kredite banaka. U poređenju sa EU, gde kredite banaka koristi 88% preduzeća, možemo videti da se naša preduzeća teže odlučuju da se zaduže kod banaka, a što je još veći problem najveći broj ovih kredita su kratkoročni. Razlozi za ovakvo stanje, prema mišljenju naših

privrednika koji smatraju da je ponuda poslovnih banaka nedostižna i nestimulativna za veliki broj MSP, predstavljeni su na grafikonu broj 2.



Grafikon 2: Intenzitet prepreka za korišćenje kredita MSP u Republici Srbiji

Ovaj grafikon pokazuje intenzitet prepreka za korišćenje kredita, gde, na skali od 1 do 8, najveći intenzitet ima prepreka sa najmanjim brojem. Najveći problem kod uzimanja kredita od banke predstavljaju visoke kamate sa intenzitetom 1,6%, zatim slede: obezbeđenje kredita (2,7), visoki bankarski troškovi (3,1), limitirani iznos kredita (3,5), duge bankarske procedure (3,8), nedovoljna informisanost (5,7), nedovoljna mreža ekspozitura (6,2) i drugi problemi (6,6).

Da bi se preduzeća lakše i pod povoljnijim uslovima mogla zaduživati kod banaka potrebno je da se ove prepreke otklone ili ublaže. Oslanjajući se na iskustva iz prakse drugih zemalja, a uzimajući u obzir specifičnosti našeg privrednog sistema, pokušaćemo da ponudimo neka od alternativnih rešenja.

Ne ulazeći u razmatranje opravdanosti visine referentne kamatne stope i sistemskog rizika zemlje, kao i njihovog uticaja na visinu kamate poslovnih banaka, želimo da ukažemo na jednu od mogućnosti smanjenja iste. Ona se ogleda u aktiviranju dela domaće štednje, koja prema procenama iznosi više od 10 milijardi €, i njeno direktno plasiranje u preduzeća (putem pozajmica ili vlasničkih ulaganja), što bi u dužem vremenskom periodu moglo da utiče na smanjenje kamatnih stopa, obzirom da razlika između kamate, koju banke obračunavaju na štedne uloge, i kamate po kojoj plasiraju sredstva iznosi 10 i više procenata. Samo da napomenemo da ove promene mogu dati efekta ako se budu sprovodile uporedo sa uspostavljanjem preduzetničkog društva i preduzetničkog načina razmišljanja.

Što se tiče problema obezbeđenja kredita, visokih bankarskih troškova i dugih bankarskih procedura oni posebno pogađaju sektor MSP, obzirom da se banke, a ni država, ne trude da svoje procedure, prilagođene velikim preduzećima, pojednostave i na taj način omoguće lakši pristup finansijskim sredstvima od strane malih. Smatramo da se u ovim oblastima, relativno brzo i jednostavno može doći do osetnog napretka. Naime, pojednostavljenjem registracije imovine preduzetnika, smanjenjem troškova vezanih za kolateral, obrade kredita i drugih bankarskih troškova (koji, posmatrano zajedno, kod manjih iznosa kredita dostižu visinu prosečne kamatne stope koju MSP plaćaju u SAD), efikasnijim ostvarivanjem založnih prava, skraćenjem procedura prilikom odobravanja kredita i sl., navedeni problemi bi se u značajnoj meri ublažili.

Problem limitiranih iznosa kredita koji se odobravaju MSP mogao bi biti ublažen promenom kreditne politike banaka koje najčešće, u odsustvu kolaterala, maksimalan iznos zaduživanja određuju kao procenat od ukupnog godišnjeg prihoda, oslanjajući se na kvantitativne podatke i matematičke modele i tako po automatizmu donose odluke. Prema našem mišljenju potrebno je u većoj meri u analizu uključiti i kvalitativne podatke, kako o preduzeću, tako i o vlasniku i njegovoj porodici.

Kao što se može videti na prikazanom grafikonu, smatramo da nedovoljna mreža ekspozitura i nedovoljna informisanost ne bi trebalo da predstavljaju veće probleme, mada bi se i oni mogli ublažiti formiranjem jedinstvene baze podataka u kojoj će svim zainteresovanim biti dostupna, redovno ažurirana, kreditna ponuda svih banaka koje posluju na teritoriji Republike Srbije.

5. ZAKLJUČAK

Uspešno poslovanje preduzeća podrazumeva komponovanje adekvatne finansijske strukture, odnosno odabir odgovarajućih izvora kapitala za finansiranje definisanih finansijskih potreba. Nakon donošenja odluke o finansiranju iz internih ili eksternih izvora, sledi odluka o strukturi svakog od njih. Činjenica je da između MSP i banaka postoji određena doza nerazumevanja i odbojnosti, ali isto tako, da, i pored svih teškoća (visoke kamate, visok stepen rizika, neprilagođene bankarske procedure, visoki bankarski troškovi, itd.), krediti banaka imaju najveći udeo u eksternim izvorima kapitala, bilo da se radi o razvijenim, nerazvijenim ili zemljama u razvoju, što ne znači da ovaj odnos ne treba dalje unapređivati. Ovo su prepoznale SAD, koje preko Small Business Administration na različite načine pokušavaju da unaprede ovu saradnju, kao i EU koja je, u cilju smanjenja informacione asimetrije, u nekoliko navrata posredovala između pomenutih aktera.

I pored toga što se krediti banaka nalaze na prvom mestu prema udelu u eksternim izvorima kapitala MSP u našoj zemlji, njihov nivo je još daleko od onog u razvijenim državama. Navedeni razlozi za ovakvo stanje, iz ugla privrednika, ne smeju biti izgovor za prebacivanje odgovornosti na banke i državu, već je potrebno učiniti zajedničke napore od strane svih relevantnih činilaca kako bi se situacija popravila. Ovo se ne može postići kratkoročnim i sporadičnim rešenjima, već dobro osmišljenom i dugoročno orijentisanom strategijom čije se sprovođenje mora kontinuirano pratiti.

6. LITERATURA

- [1] Beck, T., Kunt, A.D., Maksimović V. (2008). Financing Patterns around the World: Are Small Firms Different?. *Journal of Financial Economics*, 89, 477.
- [2] Berger, A.N., Udell, G.F. (2004). A More Complete Conceptual Framework for SME Finance. *World Bank Conference on Small and Medium Enterprises: Overcoming Constraints*, 20-27.
- [3] Degryse, H., Van Cayseele, P. (1999). Relationship lending within a Bank-based System: Evidence from European Small Business Data. *Center for Economics Studies Discussion Paper Series DPS 98.16*, Leuven, 25-26.
- [4] Nacionalna agencija za regionalni razvoj. (2010). Stanje, potrebe i problemi malih i srednjih preduzeća i preduzetništva – izveštaj o istraživanju. NARR, Beograd, 30-32.
- [5] SBA. (2010). *The Small Business Economy – A report to the President*. SBA Office, Government Printing Office Washington, 71-77
- [6] Todorović, L. (2008). *Preuređenje privrede: preduzetništvo i mala i srednja preduzeća*. Grafopromet, Kragujevac, 157-158.
- [7] Uchida, H., Udell F.G., Yamori, N. (2006), SME financing and choice of lending technology. *RIETI Discussion Paper Series 06-E-025*
- [8] http://ec.europa.eu/enterprise/policies/finance/files/2011_safe_analytical_report_en.pdf
- [9] http://ec.europa.eu/enterprise/policies/finance/files/2011_safe_summary_en.pdf
- [10] <http://www.kamatika.com/nedelja-stednje>



CENA KAPITALA KAO FAKTOR FINANSIRANJA INVESTICIONIH PROJEKATA

COST OF CAPITAL AS A FACTOR OF FINANCING INVESTMENT PROJECTS

ALEKSANDAR MILETIĆ¹, DAMIR NAĐ², MILAN RSTIĆ³

¹ Vojna akademija, Beograd, aleksamiletic@yahoo.com, damirnadj@yahoo.com

² Fakultet za poslovni i industrijski menadžment, Beograd, jovanrstic@live.com

Rezime: Ulaganje u investicione projekte ubrzava razvoj preduzeća i povećava prisutnost na tržištu. Cilj je uložiti u rast i razvoj uz što manje troškove. Da bi se ulaganje isplatilo, preduzeće mora da vodi računa koji će to projekat biti, i iz kojih izvora će ga finansirati. Različiti izvori finansiranja su, takođe, nastali praktičnom proverom novih ideja na polju nauke, ali i naučnom obradom pojava u praksi. Ograničena finansijska sredstva igraju veoma bitnu ulogu u poslovanju preduzeća. Preduzeće ima za cilj da odabere onaj izvor finansijskih sredstava koji će mu pružiti mogućnost da efikasno realizuje i efektuiru odabrane projekte. Kako se radi o veoma osetljivoj tački poslovanja, nauka je pokušala da olakša preduzeću da se odluči za pravi, došavši do instrumenata za analizu svakog. Pravilnim odabirom izvora finansiranja, preduzeće definiše svoje dalje poslovanje.

Ključne reči: Budžetiranje kapitala, samofinansiranje, dugovno finansiranje, kreditiranje.

Abstract: Investing in investment projects speeds up developing of firm and increases the firm's part of market. Goal is to invest in developing of firm with minimum costs. If firm wants to gain profit from investing in project, it must choose the right one, and a source of financial means must be right. Different sources of financing became in practical test of new ideas in science, but also in science's doings whit phenomena that appear in practice. Limited financial means plays an important role if firm's business. Firm's goal is to choose the financial source that will allow it to efficiently realize and to use it. This is very sensitive point in business, science try to make it easier for firm to decide for the right one, defining the instruments for analysing each one. Choosing the right source of financial means, firm determines it's further business.

Keywords: Capital budgeting, internal financing, debt financing, time loans.

1. UVOD

Osnovne jedinice koje obezbeđuju funkcionisanje privrede su preduzeća koja u njoj posluju. Preduzeće, da bi opstalo na tržištu, pod uslovom da ne postoji monopolska pozicija nekog privrednog subjekta, mora da bude konkurentno. Svoju konkurentnost, preduzeće čuva napretkom i razvojem. Da bi ovo postiglo, neophodna su mu novčana sredstva za finansiranje rasta i razvoja, što postiže pravilnim odabirom i ulaganjem u investicione projekte. U okviru rada će biti obrađeni izvori finansiranja investicionih projekata koji preduzeću omogućavaju da se pravilno razvija. Ciljevi ovog rada su praktični i naučni. Naučni, a i praktični cilj je utvrditi prednosti i nedostatke pojedinih izvora finansiranja investicionih projekata.

2. POSTUPAK BUDZETIRANJA KAPITALA

Cilj poslovanja svakog preduzeća je ostvarivanje što je moguće većeg profita uz što manji utrošak resursa. I pored te težnje preduzeće mora da razmišlja o svom progresu ukoliko ne želi da bude potisnuto od strane konkurencije. Da bi napredovalo preduzeće mora da ulaže. Najznačajniji proces stalnog progressa, ne samo na nivou jednog preduzeća, već i celokupnog društva, predstavljaju investicije. (Milojević *et al.* 2012) Zahvaljujući postojanju procesa globalizacije, investicije utiču na razvoj i generalni napredak celog čovečanstva. Putem investicija preduzeće kao proizvodna jedinica jednog društva osigurava svoj kontinuirani napredak, koji se dalje oslikava na privredu u celini. Investicije možemo definisati kao sadašnja ulaganja koja se vrše u materijalna i nematerijalna dobra kako bi se ostvarili određeni efekti u budućnosti, dok investiranje predstavlja proces realizacije određene investicije. (Arsić-Bogojević, 2005) Na donosiocu investicionih odluka leži velika odgovornost. Ako se donese loša investiciona odluka preduzeće može biti hendikepirano na dugi rok. Osnovni razlog investiranja je razvoj. Najgora posledica loše odluke je da ne dođe do razvoja. Ovo dovodi do usporavanja ostalih pozitivnih rezultata, stagnacije, pa u nekim slučajevima i gubitka. S obzirom da je investiranje usmereno na unapređenje procesa proizvodnje, loša investiciona odluka dovodi do usporavanja razvoja i zaostajanja za

okruženjem. Usled prvobitno loše doneše odluke, pitanje je koliko će nove investicione mere pozitivno uticati na vrednost preduzeća, moguće je da se preduzeće uvuče u još veće probleme. Zbog svega ovoga, neophodno je da preduzeće pravilno alokira svoja ograničena sredstva, i obezbedi sebi rast i razvoj. Možemo zaključiti, da je cilj investiranja svakog preduzeća da svoje ograničene resurse angažuje na realizaciju onih poduhvata koji će omogućiti ostvarenje maksimalnih prinosa i time uticati na povećanje vrednosti preduzeća.

Alokacija ograničenog kapitala se vrši na osnovu plana kapitalnih, kojim se planiraju dugoročna ulaganja u cilju maksimiziranja rentabilnosti preduzeća. Budžetiranje kapitala predstavlja proces ulaganja finansijskih sredstava u materijalna i nematerijalna dobra u sadašnjosti, pri čemu se koristi od ulaganja u vidu povećanja prihoda, odnosno smanjenja troškova, mogu očekivati u periodu dužem od jedne godine u budućnosti. (Benković, 2007) Pod budžetiranjem kapitala, se osim ulaganja u stalnu imovinu, podrazumeva i ulaganje u kratkoročnu (obrtnu) imovinu koja je neophodna da bi se stalna imovina mogla koristiti.

Da bi se izvršila alokacija raspoloživih sredstva neophodno je definisati investicioni projekat. Postoji veliki broj vrsta projekata zasnovanih na različitim podelama. Investicioni projekti su posebna vrsta projekta koja podrazumeva (Jovanović, 2006): (1) dug rok realizacije (najčešće od nekoliko godina), (2) postoji veliki broj učesnika, (3) uključene su velike količine resursa, (4) troše se velike količine finansijskih sredstava, (5) veoma su složeni, (6) neophodno je dugotrajno praćenje i kontrola realizacije projekta od strane projektnog menadžera i projektnog tima uz primenu odgovarajućeg softvera.

3. IZVORI FINANSIRANJA INVESTICIONIH PROJEKATA

Obezbeđenje finansijskih sredstava utiče na strukturu kapitala. Pravilnim poslovanjem preduzeće će ostvariti optimalni odnos sopstvenih i tuđih izvora sredstava. Iako većina autora smatra da u ukupnom kapitalu dominantnu ulogu treba da ima sopstveni kapital, mora se uzeti u obzir da likvidnost ne zavisi od sastava kapitala, već od usklađenosti novčanih tokova. Sopstveni kapital ima i zaštitnu funkciju za tuđi kapital, pošto je postojanje sopstvenog kapitala jedan od uslova zaduženja. Preduzeće će privlačiti tuđi kapital sve dok se tržišna kamata ne izjednači sa stvarnim ukamaćenjem korišćenog kapitala (Žarkić-Joksimović 2006). Najčešći izvori finansiranja su (Benković 2007): samofinansiranje, kreditiranje, zajednička ulaganja sa stranim licima, lizing, emitovanje i prodaja hartija od vrednosti, projektno finansiranje. U ovom radu će biti objašnjena dva osnovna i možda najčešća oblika finansiranja investicionih projekata i to: samofinansiranje i kreditiranje.

3.1. Samofinansiranje

Samofinansiranje predstavlja jedan od osnovnih načina finansiranja razvojnih poduhvata. To je oblik finansiranja kod koga investitor sam, iz sopstvenih izvora, obezbeđuje finansijska sredstva za realizaciju planiranih projekata. Ovaj oblik finansiranja je veoma stabilan, jer potiče iz pozitivnih rezultata poslovanja preduzeća koji su investitoru dostupni u svakom trenutku, a u isto vreme obezbeđuje samostalnost u odlučivanju o sopstvenom razvoju i realizaciji definisane strategije razvoja. Pošto su to sopstvena sredstva investitora, ne podležu plaćanju kamate niti bilo kakvom drugom izdvajanju, te se zbog toga smatra najjeftinijim načinom finansiranja. Najveći problem je ograničenost sopstvenih izvora finansiranje, zbog čega se i koriste tuđa sredstva (Jovanović, 2006). Izvori samofinansiranja preduzeća se najčešće dele na interne i eksterne. **Interne izvore finansiranja** preduzeće samo stvara u procesu poslovanja i najčešće se tu ubrajaju amortizacija, naplata glavnice dugoročnih plasmana i akumulirana neto dobit. Izvor samofinansiranja predstavljaju i dugoročna rezervisanja, pošto preduzeće njima raspolaže duže od godinu dana i služe za pokriće troškova preduzeća. Kao izvore samofinansiranja, dugoročna rezervisanja možemo smatrati sve dok su izdvanja za njih viša od troškova koji ih terete. Preduzeće do **eksternih izvora samofinansiranja** može doći na neki od sledećih načina: emisijom akcija, novim trajnim ulozima trećih lica, ulaganjem kapitala inokosnog vlasnika, prodajom internih akcija s popustom, prodajom dugoročnih obveznica iznad minimalne vrednosti. (Samuels *et al.* 2000)

3.1.1. Amortizacija kao izvor sredstava za samofinansiranje. Amortizacija se javlja kao jedan od najvećih internih izvora sredstava. Sistem amortizacije se zasniva na nabavnoj vrednosti osnovnog sredstva. Ova vrednost služi za kasniju zamenu dotrajalog sredstva za novo. Nabavna vrednost je upravo i osnovica za obračunavanje amortizacije. Zbog inflacije, stvarna vrednost sredstva se menja i ne predstavlja realno stanje. Prilagođavanjem kamatne stope inflatornim kretanjima približava se iznos obračunate amortizacije prvobitnoj nabavnoj vrednosti. Amortizacija predstavlja vrednosno trošenje sredstava za rad, a fond koji se formira služi za reprodukovanje vrednosti osnovnih sredstava. Amortizacijom osnovna sredstva se pretvaraju u obrtna, i na kraju u novčana. Transformacija osnovnih sredstava odvija se kontinualno u određenim vremenskim intervalima. Veličina transformacije direktno utiče na veličinu ostvarene dobiti. Do poslednjeg stadijuma transformacije, novca, dolazi se postepeno. Vrednost se prenosi u procesu proizvodnje na proizvod, robni oblik obrtnog sredstva. Realizacijom proizvoda amortizacija dobija novčani oblik. Jedan deo amortizacije

često ostane zarobljen u zalihama nedovršene proizvodnje, zalihama poluproizvoda, zalihama gotovih proizvoda, potraživanjima od kupaca. Amortizacija preko gotovine predstavlja likvidan izvor samofinansiranja preduzeća. Stoga se može zaključiti da se, na osnovu dobro projektovanog izveštaja o novčanim tokovima, uticaj amortizacije kao internog izvora finansiranja u preduzeću iskazuje na sledeći način (Brigham et al., 1999):

$$\text{novceni tokovi} = \text{neto priliv} - \text{neto odliv} - \text{isplacene dividende} + \text{amortizacija} \quad (1)$$

$$\text{krajnje s tan je novcanog toka} = \text{zadržana zarada} + \text{amortizacija} \quad (2)$$

Ova relacija će važiti za većinu preduzeća koja nisu u procesu likvidacije. Da bi se amortizacija mogla posmatrati kao izvor samofinansiranja, potrebno je da bude pokrivena prihodom preduzeća koji potiče iz naplaćene realizacije, što znači da je sadržana u ceni proizvoda. Visina obračunate amortizacije direktno zavisi od intenziteta korišćenja osnovnih sredstava i njihove tehničke i ekonomske zastarelosti.

3.1.2. Revalorizacija osnovnih sredstava. Predstavlja postupak usklađivanja knjigovodstvene vrednosti osnovnih sredstava s tekućim tržišnim vrednostima. Pristupamo joj kada cene osnovnih sredstava porastu godišnje najmanje za 5%. U uslovima kada imamo inflaciju neophodno je koristiti postupak revalorizacije.

3.2. Kreditiranje

Kreditiranje predstavlja način finansiranja investicionih projekata, gde investitor u nedostatku sopstvenih sredstava, pozajmljuje finansijska sredstva, pod unapred utvrđenim uslovima, od subjekata koji raspolažu viškom finansijskih sredstava. Pozajmljivanje finansijskih sredstava se vrši tako što se između zajmotražioca i zajmodavaca ugovara kamatna stopa, kao cena za pozajmljena sredstva koju zajmotražilac mora platiti zajmodavcu. Predmet ugovaranja su i vreme otplate i način otplate kredita. (Jovanović, 2006) Kreditiranje je jedan od najčešćih oblika finansiranja. Finansijske institucije prikupljaju i objedinjuju slobodna finansijska sredstva da bi ih plasirala. Za realizaciju investicionih poduhvata, obično se uzimaju dugoročni investicioni krediti, odnosno krediti namenjeni realizaciji investicionih projekata sa dugim rokom otplate.

3.2.1. Kreditiranje kao kratkoročni izvor finansiranja. Obrtna sredstva su ta koja omogućavaju efektuiranje projekta. Osnovni razlog zašto u obzir uzimamo kreditiranje, kao kratkoročni izvor finansiranja, je taj što se za finansiranje obrtnih sredstava koriste kratkoročna sredstva. Jedan od bitnih izvora kratkoročnog finansiranja, koji je i besplatan, su *obaveze prema dobavljačima ili trgovinski kredit*. Obaveze prema dobavljačima su stalno prisutne, variraju u zavisnosti od obima proizvodnje. Dobavljači su ti koji kupcu daju robni kredit koji će on platiti prema ugovorenim kreditnim uslovima.

Trgovinski krediti koji su zasnovani na uslovima prodaje uglavnom se razlikuju po vremenskim terminima koje kupac ima na raspolaganju da izvrši plaćanje ugovorene isporuke. **Konsignacija** je najliberalniji oblik, gde prodavac kupca posmatra kao skladište svoje robe. Roba ostaje u vlasništvu prodavca i posle isporuke. Isplata se vrši po obavljenoj prodaji. **Sezonsko datiranje** podrazumeva da prodavac vrši isporuku robe tokom cele godine, a da kupac vrši isplatu tek po isteku dogovorenog perioda kada će biti poslat i račun. **Mesečnim naplaćivanjem** dobavljač račun za isporučenu robu šalje tek krajem meseca, iako je isporuke vršio celog meseca. **Odloženo plaćanje** je najčešći vid prodaje. Ugovorom se definišu kreditni uslovi. Kreditni uslovi su uslovi plaćanja, kreditni period, diskontni period i kasa skonto. Ugovorom se definiše diskontni period, diskontna stopa i kreditni period, ne izmirivanjem obaveza u diskontnom periodu javljaju se troškovi koji se mogu predstaviti sledećom formulom (Ivaninišević, 2008):

$$\frac{\text{efektivni godišnji troškovi neiskorišćenog kasa skonta u \%}}{=} = \left(\frac{\% \text{ diskonta}}{100 - \% \text{ diskonta}} \right) \left(\frac{360}{\text{kreditni period} - \text{diskontni period}} \right) \quad (3)$$

3.2.2. Kreditiranje kao dugoročni izvor finansiranja. Finansiranje dugoročnih projekata izgradnje postrojenja ili uvođenja novih proizvoda se ne može realizovati kratkoročnim sredstvima sa rokom dospeća do godinu dana. Razlog tome je što projekat u tako kratkom roku ne može da stvara profit. Za finansiranje ovakvih potreba preduzeća pribegavaju dugoročnim kreditima sa rokom dospeća dužim od jedne godine. U zavisnosti od toga ko odobrava i kome se odobrava dugoročni kredit, rok dospeća može da se kreće i do deset godina. Ovakvu vrstu kredita odobravaju banke i osiguravajuća društva. Ako su u pitanju banke, rok otplate se kreće od pet do sedam godina. Kod osiguravajućih društava rok otplate je najčešće deset godina, s tim što se u slučaju ranije otplate plaćaju penali. Plan otplate ovakvih kredita se definiše u dogovoru banke i preduzeća. Osnovna zamisao je da se sa dužnikovim novčanim tokom uskladi period otplate. Preduzeće dug može da otplaćuje mesečno, tromesečno, polugodišnje ili godišnje. U praksi se javljaju i slučajevi da se ceo dug otplati odjednom. Visina otplate može da bude pri svakoj uplati ista, a može i sezonski da varira.

U zavisnosti od delatnosti i svrhe uzimanja kredita, preduzeće može da otplati dug na neki od sledećih načina: (a) jednakim plaćanjima, (b) jednakom amortizacijom, (c) zajmovima po sistemu „balon“ i „metak“.

Ako se preduzeće opredeli za jednaka plaćanja, ono će glavnice i kamatu otplaćivati zajedno u istim ratama tokom kreditnog perioda. Anuitetne isplate se uglavnom primenjuju kod kredita sa fiksnom kamatnom stopom. Visinu iznosa koje će preduzeće isplaćivati svakom ratom može se izračunati pomoću:

$$SV = C[(1 - (1 + i)^{-n}) / i] \quad (4)$$

gde je: SV – iznos odobrenog kredita, S – vrednost anuiteta, $i = k / p$, pri čemu je k visina kamatne stope, r broj perioda otplate u toku jedne godine, n – ukupan broj perioda otplate u toku kreditnog perioda. U toku kreditnog perioda smanjuje se iznos plaćanja kamate, a raste iznos otplate glavnice u okviru anuitetne rate.

4. POREĐENJE CENA POJEDINIH IZVORA FINANSIRANJA

Poređenje cena pojedinih oblika finansiranja najbolje je izvršiti pomoću primera. Poći ćemo od pretpostavke da je preduzeću potrebno 3.000.000 novčanih jedinica. Ova sredstva su potrebna za opremanje novog pogona. Srž novog pogona je, zapravo, nova mašina čija je vrednost u visini potrebnih sredstava. Novi pogon bi omogućio povećavanje obima proizvodnje i smanjivanje troškova, pošto mašina koristi savremenu tehnologiju. Nabavka mašine bi znatno uticala na bolju konkurentsku poziciju preduzeća.

Da bi upotpunili analizu, ukratko ćemo razmotriti obezbeđivanje sredstava samofinansiranjem. Cena sopstvenih izvora određena je dividendom, koje su se akcionari odrekli kako bi formirali sopstveni izvor finansiranja. Međutim, umanjena je za troškove emisije akcija, koji podrazumevaju izdvajanje sredstva iz neto dobiti za izmirenje obaveza prema posrednicima emisije akcija. U našem primeru cena samofinansiranja će biti niža za 8% od sadašnje vrednosti običnih akcija, a to je 1.642.062 novčanih jedinica.

Ako bi se preduzeće opredelilo za uzimanje kredita, banka će ga odobriti pod sledećim uslovima: Kredit će biti odobren u visini nabavne vrednosti mašine, odnosno 3.000.000 novčanih jedinica uz kamatnu stopu od 15% na godišnjem nivou. Ekonomski vek trajanja mašine je 10 godina, pri čemu se ne očekuju dodatna kapitalna ulaganja koja se odnose na mašinu. Ne očekuje se likvidaciona vrednost od ove mašine, i amortizuje se pravolinijskom metodom otpisivanja. Dug se amortizuje u jednakim godišnjim anuitetima, koji se plaćaju na kraju godine. Poreska stopa je 35%. Prvo ćemo izračunati anuitetnu vrednost pomoću formule čije smo elemente već objasnili u radu: Primenom formule dolazimo do visine anuitetne rate:

$$3.000.000 = C \left[\frac{1 - (1 + \frac{0,15}{1})^{-10}}{\frac{0,15}{1}} \right] = C \left[\frac{1 - 0,247184706}{0,15} \right] = C \left[\frac{0,752815294}{0,15} \right] = C(5,018768626)$$

Sledi da je godišnji anuitet 597.756,188n.j, a kamata 450.000n.j. U tabeli 1 je dat obračun amortizacija kredita. Na osnovu obračuna amortizacije kamate, možemo izračunati i neto izdavanja gotovine posle izdvajanja za porez, kada se preduzeće opredeli za prihvatanja kreditiranja, što možemo videti u tabeli 2.

Tabela 1: Obračun amortizacije kredita

Kvartal	Početno stanje	Vrednost anuiteta	Plaćanje kamate	Otplata glavnice
1	3.000.000	597.756,188	450.000	147.756
2	2.852.244	597.756,188	427.837	169.920
3	2.682.324	597.756,188	402.349	195.408
4	2.486.917	597.756,188	373.037	224.719
5	2.262.198	597.756,188	339.330	258.426
6	2.003.771	597.756,188	300.566	297.190
7	1.706.581	597.756,188	255.987	341.769
8	1.364.812	597.756,188	204.722	393.034
9	971.778	597.756,188	145.767	451.990
10	519.788	597.756,188	77.968	519.788
Ukupno:		5.977.561,875	2.977.562	3.000.000

Tabela 2: Neto izdvajanja gotovine kod kreditiranja kao alternative finansiranja

Kvartal	Vrednost anuiteta	Amortizacija	Plaćanje kamate	Ukupni odbici	Ušteda na porezu	Izdaci gotovine posle poreza
	1	2	3	4 = 2 + 3	5 = 4 * 0,35	6 = 1 - 5
1	597.756,188	300.000	450.000	750.000	262.500	335.256
2	597.756,188	300.000	427.837	727.837	254.743	343.013
3	597.756,188	300.000	402.349	702.349	245.822	351.934
4	597.756,188	300.000	373.037	673.037	235.563	362.193
5	597.756,188	300.000	339.330	639.330	223.765	373.991
6	597.756,188	300.000	300.566	600.566	210.198	387.558
7	597.756,188	300.000	255.987	555.987	194.596	403.161
8	597.756,188	300.000	204.722	504.722	176.653	421.104
9	597.756,188	300.000	145.767	445.767	156.018	441.738
10	597.756,188	300.000	77.968	377.968	132.289	465.467

Vrednost anuiteta predstavlja vrednost otplate duga i kamate. Kako se troškovi kamate i amortizacije isključuju iz osnovice za obračun poreza, u koloni ušteda na porezu prikazali smo koliko je smanjenje izdavanja gotovine. Umanjenjem vrednosti anuiteta za ovaj iznos dobijamo neto vrednost izdavanja gotovine nakon oporezivanja. Da bi smo uporedili različite načine finansiranja potrebno je utvrditi sadašnju vrednost izdavanja gotovine kod različitih oblika finansiranja. Za ovu potrebu diskontna stopa će biti 10% ($k = 0,15 * (1 - 0,35) * 100 = 0,0975 * 100 = 9,75\% \approx 10\%$), dok se diskontni faktor izračunava prema formuli $1/(1+k)^s$. Sadašnja vrednost izdavanja gotovine u kreditnom aranžmanu iznosi 2.321.173 novčanih jedinica, (tabela 3) odnosno odliv gotovine koji se javlja u preduzeću u slučaju da se odluči za uzimanja kredita od banke. Visina odliva je niža od visine uzetih sredstava putem kredita. Do uštede je došlo zbog činjenice da se na dug ne plaća porez.

Tabela 3: Sadašnja izdavanja gotovine u kreditnom aranžmanu

Kvartal	Izdaci gotovine posle poreza	Diskontni faktor	Sadašnja vrednost izdavanja gotovine
	1	2	3 = 1 * 2
1	335.256	0,909	304.778
2	343.013	0,826	283.482
3	351.934	0,751	264.413
4	362.193	0,683	247.383
5	373.991	0,621	232.219
6	387.558	0,564	218.766
7	403.161	0,513	206.885
8	421.104	0,467	196.448
9	441.738	0,424	187.340
10	465.467	0,386	179.458
Ukupno:			2.321.173

Na osnovu analize na hipotetičkom primeru došli smo do podataka prikazanih u tabeli 4, gde smo na jednom mestu prikazali sadašnje vrednosti odliva gotovine različitih oblika finansiranja, radi lakše analize. Iako je finansiranje sopstvenim izvorima najjeftinije, preduzeća često nisu u mogućnosti da se finansiraju iz sopstvenih izvora. Na osnovu podataka, može se videti da je povoljnije finansiranje putem kredita. Za koji će se od ovih oblika preduzeće opredeliti zavisi od detaljno izvršene analize poslovanja i cene kapitala, pri čemu će se pored posmatrana dva oblika vršiti analiziranje i ostalih oblika finansiranja, što će značajno upotpuniti analizu. Osim kvantitativne analize, preduzeće će analizirati i kvantitativno – kvalitativne pokazatelje. Do ovih pokazatelja dolazimo analizom rizika poslovanja, svakog od oblika finansiranja, veličine preduzeća od koje će i zavisiti izbor oblika finansiranja.

Tabela 4: Poređenje sadašnjih vrednosti odliva gotovine kod različitih oblika finansiranja

	Sopstveni izvori finansiranja	Kupovina na kredit
Sadašnja vrednost odliva gotovine	1.642.062	2.321.173

5. CENA (TROŠAK) KAPITALA

Svaki od ovih izvora sredstava ima cenu koju preduzeće mora da plati kako bi ga koristilo. Da bi se razmatrala cena nekog od oblika finansiranja neophodno je da funkcioniše finansijsko tržište. Finansijska tržišta možemo definisati kao mesta, ili elektronske forme, koje usmeravaju tok finansijskih sredstava između investitora, poslovnih subjekata i vlade. (Melicher, 2003) Finansijsko tržište delimo na tržište novca i tržište kapitala. Tržište novca je vezano za pribavljanje i emitovanje kratkoročnih finansijskih sredstava.

Tržište kapitala je prostor sa svim potrebnim elementima za njegovo funkcionisanje u datom vremenu i sa jasno definisanim pravilima i uzansama ponašanja učesnika. (Benković, 2007) Tržište kapitala služi da poveže subjekte koji imaju višak sredstava i one kojima su sredstva potrebna. Ovo povezivanje se realizuje kupoprodajom hartija od vrednosti. Tržište kapitala javlja se kao primarno i kao sekundarno. Primarno tržište služi za prvu emisiju potpuno novih hartija od vrednosti. Na ovaj način preduzeće koje emituje svoje hartije od vrednosti dobija neophodna sredstva. Na sekundarnom tržištu kapitala odvija se svaka sledeća trgovina hartijama od vrednosti. Ono omogućava investitoru da u bilo kom momentu proda akcije koje poseduje.

5.1. Cena samofinansiranja

Samofinansiranje se bazira na sredstvima koja se javljaju u obliku amortizacije i akumulirane dobiti. Cena kapitala internih izvora se izračunava putem oportunitetnih troškova. Ova cena je određena dividendom, koje su se akcionari odrekli kako bi formirali sopstveni izvor finansiranja. Za izračunavanje stope prinosa korišćemo se formulom koja služi za izračunavanje tržišne vrednosti akcija na dugi rok:

$$P_0 = D_1 / k - g \quad (5)$$

gde je: P_0 – tekuća tržišna cena akcija, D_t – dividenda koja će biti primljena u periodu t , g – očekivana stopa rasta dividende, k – tržišna stopa kapitalizacije (za investitore predstavlja stopu prinosa na uložena sredstva). Iz ove formule sledi da će investitor na sledeći način izračunati stopu prinosa na uložena sredstva:

$$k = [(D_t / P_0) + g] * 100 \quad (6)$$

Na osnovu formule možemo zaključiti, da cena kapitala ne bi trebalo da bude manja od tržišne cene akcijskog kapitala. Na ovaj način smo izračunali koliki bi prinos akcionari ostvarili, ako bi im od akumulirane dobiti, bile isplaćene dividende, a oni te dividende opet uložili u preduzeće.

5.2. Cena kreditiranja

Svaki izvor sredstava koji je na raspolaganju preduzeću, kome su potrebna sredstva za finansiranje proizvodnje, rasta i razvoja ima svoju cenu. Ista je situacija i sa kreditima. Kamatna stopa ima karakter troška finansiranja. Kako se krediti javljaju kao dugoročni i kratkoročni, kamatna stopa se prilagođava konkretnom kreditu, u okviru ugovora koji sklapaju preduzeće kao korisnik kredita i npr. banka kao davalac kredita. Prostim kamatnom stopom definisan je odnos kamate i pozajmljenih sredstava u jednom periodu obračuna, u kojem se ta sredstva koriste:

$k' = (K_g / B_k) * 100$, gde je k' – kamatna stopa, K_g – godišnja kamata, B_k – bankarski kredit. Kamatnu stopu, na osnovu jednačine, određuje kamata kao izraz nivoa cene za određenu vrednost kapitala i bankarski kredit, odnosno njegova visina kao stanje ponude i tražnje na finansijskom tržištu. Ako preduzeće nema načina da isplati dug po osnovu uzetog kredita, to može učiniti emitovanjem hartija od vrednosti, što je jedan od skupljih načina. Ukoliko bi smo želeli da uporedimo kamatnu stopu na uzeti kredit s cenom akcija pre oporezivanja dobiti od korisnika kredita, bilo bi neophodno uvećati stopu poreza na dobit, pošto se dividenda isplaćuje iz dobiti preduzeća nakon plaćanja poreza. Ovo bi se formulom moglo prikazati na sledeći način (Eakins, 2002):

$r^* = (D / P_0 (1 - k_{T_g})) * (1 / (1 - r_g)) * 100$, gde je r^* modifikovana cena akcija pre oprezivanja dobiti preduzeća, D – fiksni godišnji iznos prioritetne dividende, P_0 – tržišna cena akcije pre emisije, k_{T_g} – stopa troškova emisije i prodaje prioritetnih akcija, r_g – stopa poreza na dobit preduzeća.

6. ZAKLJUČAK

Naučnom analizom realnih pokazatelja pronalaze se instrumente kojim se preduzeće služi pri odabiru optimalnog projekta. Pre otpočinjanja sa postupkom budžetiranja kapitala, stručni segmenti preduzeća, odlučuju koji će se investicioni kriterijum primeniti na svakom projektu koji će ući u razmatranje. Mora se doneti i odluka koja će se kombinacija metoda ocenjivanja investicionih projekata koristiti. Vremena kada se pri izboru novih proizvoda i segmenata poslovanja koristila intuicija su prošlost. Metode ocenjivanja su se vremenom razvijale i usavršavale, tako da osim jednostavnih za primenu i objašnjenje (npr. period povraćaja), danas koristimo metode koje buduće vrednosti svode na sadašnje. Teži se smanjivanju rizika, što je i nauka ispratila razvojem savremenih metoda. Izbor projekta prati istovremeno i izbor izvora finansiranja. Svaki od izvora finansijskih sredstava ima svoju cenu, a preduzeće će odabrati onaj koji stvara najniže troškove ulaganja. Samofinansiranje i emisija običnih akcija su manje pristupačni malim preduzećima. Kreditiranje je jedan od najpristupačnijih izvora finansiranja preduzeća, ali preduzeće bi trebalo i da razmotri i zajedničko ulaganje sa stranim licima. Prednosti koje se javljaju u odnosu na kreditiranje su veoma privlačne (izlazak na nova tržišta, ovladavanje novom tehnologijom, podela rizika, očuvanje kreditne sposobnosti). Ovo je za preduzeća koja posluju u zemljama u tranziciji jedan od najboljih načina borbe sa konkurencijom.

LITERATURA

- [1] Benković S. (2007), Budžetiranje kapitala, FON, Beograd.
- [2] Bogojević – Arsić V. (2005), Korporativne finansije, FON, Beograd.
- [3] Eakins G.S. (2002), Finance: Investments, Institutions and Management, Person Education Inc, Boston.
- [4] Brigham F.E., Gapenski C.L, Ehrhardt C.M.(1999), Financial Management, The Dryden Press, Florida.
- [5] Žarkić - Joksimović N. (2006), Upravljanje finansijama (osnove i principi), FON, Beograd.
- [6] Ivanišević M. (2008), Poslovne finansije, Ekonomski fakultet, Beograd.
- [7] Jovanović P. (2006), Upravljanje investicijama, FON, Beograd.
- [8] Melicher W., Norton A. E. (2003), Finance: Introduction to Institutions, Investmens and Management, John Wiley & Sons Inc, New York.
- [9] Milojević I., Mihajlović M., Cvijanović M., (2012), Impact of organizational failure of relevance consolidated budget, Ekonomika poljoprivrede, Vol. LIX, N°1 (1-176), 63-71.
- [10] Samuels J.M., Wilkes F.M., Brayshaw R.E. (2000), Management of Company Finance, Thomson Learning, London.



PRIMJENA KLASTER ANALIZE I ANALIZE VARIJANSE U POSTUPKU KLASIFIKACIJE I VREDNOVANJA BANKARSKOG SEKTORA

APPLICATION OF THE CLUSTER ANALYSIS AND THE VARIANCE ANALYSIS WHEN CLASSIFYING AND VALUING THE BANKING SECTOR

DARKO MILUNOVIĆ, ŽELJKO V. RAČIĆ

Univerzitet u Banjoj Luci, Ekonomski fakultet, darko.milunovic@efbl.org, zeljko.racic@efbl.org

Rezime: U radu je prikazan postupak grupisanja banaka u tri grupe (Retail banks, Investment banks, Wholesale banks), primjenom klaster analize. Klaster analiza ili analiza grupisanja spada u grupu tehnika multivarijacione analize koje ispituju međuzavisnost više promjenljivih, odnosno objekata. Nakon klasifikacije u nastavku smo poredili dobijene grupe, primjenom analize varijanse sa jednim faktorom varijabiliteta ili neke njene alternative, kako bi došli do zaključka o postojanju i značaju razlika među grupama. Naš uzorak čine 24 Evropske banke, koje se po relevantnim kriterijumima svrstavaju u najbolje.

Ključne reči: Klaster analiza, ANOVA, SPSS, bankarski sektor.

Abstract: This paper presents a method for classifying banks into three groups (Retail Banks, Investment Banks, Wholesale Banks), by using cluster analysis. Cluster analysis and grouping analysis belongs to a group of techniques of multivariate analysis that examine the interdependence of multiple variables and objects. After the classification, we compared the obtained groups, by using variance analysis with one factor of variability or some of its alternatives, in order to reach conclusion about the existence and significance of the differences between the groups. Our sample consists of 24 European banks, which are classified as the best according to the relevant criteria.

Keywords: Cluster analysis, ANOVA, SPSS, banking sector.

1. UVOD

Banke, kao najznačajniji dio finansijskog sektora, mogu se klasifikovati na razne načine. U nastojanju da izabrane 24 banke klasifikujemo u tri grupe koristimo analizu grupisanja, tzv. klaster analizu. Na osnovu navedene analize mi ćemo sve banke, na bazi njihovih sličnosti prema nizu posmatranih karakteristika, svrstati u sljedeće tri kategorije: klasične komercijalne (engl. Retail Banks), investicione (engl. Investment Banks) i mješovite banke (engl. Wholesale Banks). Kada su u pitanju karakteristike po kojima smo ih vrednovali, posmatrali smo sljedećih pet karakteristika: depoziti, aktiva, krediti, derivati i zajednički kapital. Osim toga, važno je napomenuti da će se klasifikacija banaka vremenski posmatrati u periodu od 2004. – 2011. godine, kako bi se došlo do saznanja da li tokom vremena neke od njih prelaze u drugu grupu ili je u pitanju fiksna klasifikacija. Kada smo formirali grupe, od izuzetne važnosti je da se zaključi koja grupa je bolja od ostalih. Analiza se vršila svake godine i to sa aspekta pet izabranih kriterijuma: Equity/Total Assets, Loan Loss Reserve/Gross Loans, ROA, ROE i Net Loans/Total Deposits.

Statistička procedura koja se koristi za provjeru statističke značajnosti razlike prosječnih vrijednosti navedenih faktora između klastera naziva se analiza varijanse (ili skraćeno ANOVA). Suština analize ogleda se u tome da se u svakoj godini, počevši od 2004. godine, prati statistička značajnost razlike između prosjeka u ranije formiranim grupama (klasterima) i to sa aspekta svakog kriterijuma (navedenih 5). Imajući to u vidu, analizu vršimo hronološki. U slučaju kada ANOVA metod ne može da se koristi, tj. kada su narušene pretpostavke¹ za njenu upotrebu, koristimo neki od neparametarskih testova (među kojima se uglavnom izdvaja tzv. Kruksal – Wallis One-Way Analysis of Variance).

¹ Normalan raspored i homogenost varijansi

2. KLASIFIKACIJA BANAKA PRIMJENOM KLASTER ANALIZE

Klaster analiza polazi od ideje da se u jednoj grupi nalaze što sličniji objekti (u našem slučaju banke), a da razlika između banaka različitih grupa, prema posmatranim karakteristikama, bude maksimalna. Može se uočiti da je osnovno pitanje prilikom klasifikacije pitanje mjere sličnosti banaka. U okviru mjera, koje se koriste u svrhu klasifikacije, razlikujemo mjeru odstojanja², koja ima najveću primjenu, ali postoje i koeficijenti korelacije i koeficijenti asocijacije. Što se tiče grupisanja i izbora odgovarajuće procedure postoje dvije bazične i to: hijerarhijska i nehijerarhijska.

Hijerarhijska je karakteristična po tome što se razvija struktura u formi drveta, pri čemu se može ići u dva pravca (od dna ka vrhu - aglomerativni pristup i obrnuto – grupisanje razdvajanjem), dok se kod nehijerarhijskog pristupa (poznatog kao k – means grupisanje) prvo odredi centar grupe, pa se tek onda objekti svrstavaju u grupe (klaster). U radu je korišten aglomerativni pristup, koji polazi od grupisanja „bottom – up“, a obuhvata tri metoda (metoda povezivanja, metoda varijanse i metoda centroida), gdje smo se iz praktičnih razloga opredjelili za metod varijanse i tzv. Ward-ovu proceduru, kao tipičnog predstavnika ove metode. Kod Ward-ove procedure prvo se za svaki klaster računaju prosječne vrijednosti za sve promjenljive, a zatim se za svaki objekat (ili banku) računa kvadrat euklidskog odstojanja od sredine klastera. Na ovaj način se minimizira gubitak informacija koja proizilazi iz grupisanja objekata u klaster. Primjena klaster analize u softveru SPSS³ je prilično jednostavna⁴, pa u nastavku predstavljamo samo izlazne rezultate. Analizirali smo izabrane karakteristike osam godina i na osnovu toga klasifikovali banke u tri kategorije. Naredna tabela pokazuje kako su banke klasifikovane u 2005. godini.

Tabela 1: Podjela banaka u klaster (2005)

Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3
Deutsche Bank	HSBC Holdings	Barclays PLC
BNP Paribas	RBS Group	UBS
Credit Agricole S.A.	Banco Santander	Commerzbank
Societe Generale	ING Group	Natixis
Credit Suisse	Lloyds Banking Group	
Dexia	UniCredit	
KBC Group	Rabobank Group	
	Nordea Bank	
	Intesa Sanpaolo	
	Danske Bank Group	
	Standard Chartered	
	Handelsbanken	
	Erste Group Bank	

Kako kriterijum za naziv određenih grupa mogu nam poslužiti osnovne deskriptivne mjere.

Prvi klaster je karakterističan po tome što ima prosječan nivo Trading Assets veći od ostalih klastera, tj. veći od prosjeka za sve grupe, što je svojstveno investicionim bankama (Investmen Banks). Zbog ovog svojstva klaster 1 možemo posmatrati kao **Investmen Banks**. Pored toga, može se uočiti da je prosječan nivo Derivative Exposure iznad ukupnog prosjeka, što je poželjno, ali nije najveći u poređenju sa ostalim klasterima (treći klaster ima veću prosječnu vrijednost, ali ujedno i manji maksimum). Razlog je to što postoji ekstremno nizak podatak⁵, pa se na taj način iskrivljuje prava slika. **Drugi klaster** ima veći prosječan nivo Customer deposits, kao i Tangible Common Equity od ukupnog prosjeka, pa samim tim i od ostalih klastera. S druge strane, Trading Assets je niži u poređenju sa drugim klasterima, što se može reći i za Derivative Exposure. Sve ovo upućuje na zaključak da ovaj klaster možemo nazvati **Retail Banks**, jer karakteristike koje su istaknute su svojstvene za pomenute banke. **Treći klaster**, koji je u 2005. godini imao najmanji broj banaka (svega 4 od 24) možemo okarakterisati kao **Wholesale Banks**. Opravdanost za ovu

² U radu je korištena mjera odstojanja, a u okviru ove mjere postoje različiti tipovi odstojanja od kojih je najčešće euklidsko (engl. Euclidean) odstojanje između dvije tačke

³ Jedan od najpoznatijih statističkih softvera u vlasništvu kompanije IBM, čiji je puni naziv IBM SPSS Statistics (20.0 verzija)

⁴ Za analizu grupisanja primjenjujemo proceduru *Analyze/Classify/Hierarchical Cluster Analysis*. Nakon pokretanja izabranih procedura podešavaju se ponuđene kartice u kojima se, između ostalog, bira **Ward's method**.

⁵ Credit Agricole S.A. ima ekstremno nisku vrijednost ovog parametra (ispod 1%), što značajno utiče na prosjek grupe.

klasifikaciju možemo pronaći u činjenici da je upravo u trećem klasteru veći relativni nivo kredita (Loans to banks) u odnosu na ukupan prosjek, što je karakteristika ove grupe (Wholesale Banks). Kada su klasteri definisani, prethodni postupak se ponavlja za svaku narednu godinu, kako bi se ustanovilo da li iste banke konstantno pripadaju istim grupama. Zaključak je da stabilnost u ovom pogledu ne postoji. Tačnije, skoro polovina banaka je imala iste karakteristike (posmatrano sa aspekta izabranih pet varijabli) u toku ovog perioda (2004. – 2011.), dok je druga polovina banaka svoje karakteristike mijenjala vremenom i zbog toga su banke prelazile iz jednog klastera u drugi. Ponavljajući ovaj postupak do kraja posmatranog perioda može se uočiti da je stabilnost najizraženija u drugom klasteru, tj. klasteru u kome ubrajamo Retail Banks. Većina banaka koja je na početku perioda (2004.) bila klasifikovana u ovu grupu tokom čitavog perioda je i ostala u njoj, dok se to ne može reći za ostala dva klastera (Investment, Wholesale Banks) koji su iz godine u godinu postepeno mijenjali svoju strukturu. Iako ćemo u nastavku rada pratiti parametre po godinama i analizirati statističku značajnost njihovih razlika između navedene tri kategorije (grupe banaka), u nastavku dajemo opštu klasifikaciju za cijeli period (2004. – 2011. godina). Tabela br. 2 pokazuje grubu klasifikaciju banaka u tri grupe. Može se uočiti da samo Deutsche bank ima karakteristike investicione banke u ovom periodu, dok su ostale banke iz ove grupe jedno vrijeme pripadale drugim klasterima, ali se može konstatovati da je dominantan investicioni karakter⁶. Detaljnija interpretacija i analiza tabela pokazuje da su mnoge banke iz prvog klastera bile „na prelazu“ sa trećim klasterom. Ovo upućuje na preliminarni zaključak da je razgraničenje bilo jednostavno samo između Retail banks i ostatka, dok su se Investment bank i Wholesale banks često preklapale. Na kraju, sve banke iz trećeg klastera nisu konstantno svrstavane u tu grupu.

Tabela 2: Klasifikacija banaka u periodu 2004. – 2011. godina

Klaster 1 (INVESTMENT)	Klaster 2 (RETAIL)	Klaster 3 (WHOLESALE)
Deutsche Bank	HSBC Holdings	Credit Agricole S.A. ⁷
BNP Paribas ⁸	Banco Santander	Commerzbank ⁹
Natixis ¹⁰	ING Group	RBS Group ¹¹
Barclays PLC ¹²	Lloyds Banking Group	Dexia ¹³
Societe Generale ¹⁴	UniCredit	
UBS ¹⁵	Rabobank Group	
Credit Suisse ¹⁶	Intesa Sanpaolo	
	Standard Chartered	
	Handelsbanken	
	Erste Group Bank	
	Danske Bank group ¹⁷	
	KBC Group ¹⁸	
	Nordea Bank ¹⁹	

Izvor: Kalkulacija autora

⁶ Kod nekih banaka iz ove grupe je to lako uočljivo dok se kod drugih banaka vremenom situacija mijenja (što znači da su mogle biti svrstane i u drugu kategoriju)

⁷ Banka je na početku i kraju analize bila u grupi u kojoj je svrstana, ali je zbog graničnih vrijednosti nekih parametara značajan period tretirana kao Retail bank (2007 – 2009), dok je u 2005. godini bila u grupi Investment bank

⁸ U periodu 2008, 2009 i 2011 bila Wholesale bank

⁹ Uglavnom u ovoj grupi, s tim da je bila i u ostala dva klastera (2008. godine u Retail banks, a 2010. Investment banks)

¹⁰ U dva navrata (2005. i 2008. godina) je klasifikovana u treći klaster (Wholesale bank)

¹¹ Banka se na početku i kraju posmatranog perioda svrstavala u druga dva klastera, tačnije na početku u Retail bank, a na kraju u Investment bank.

¹² Posljednje četiri godine u ovom nizu se svrstava u ovu kategoriju banaka, dok je u prvoj polovini bila uglavnom u trećem klasteru

¹³ Jedina banka u uzorku koja nema gotovo nikakvu pravilnost u kretanju iz klastera u klaster. Naime, opredjeljenje za ovu grupu je to što je u posljednjoj godini banka tretirana kao banka iz trećeg klastera, a do tada je imala promjenljivo kretanje

¹⁴ Identična situacija kao i kod BNP Paribas bank

¹⁵ Posljednje četiri godine u ovom nizu se svrstava u Investment bank, a u prvoj polovini (izuzev 2004. godine kada je takođe bila u ovoj grupi) bila svrstana u trećem klasteru

¹⁶ Početak posmatranog perioda (do 2008. godine) je opredjelio da ova banka spada u investicione, iako u nastavku nije klasifikovana u ovu grupu.

¹⁷ Izuzev u posljednjoj godini (kada je svrstana u treći klaster) ova banka stalno pripada drugom klasteru, tj. grupi Retail bank.

¹⁸ Samo u 2005. godini nije uvrštena u ovu grupu.

¹⁹ Identična situacija kao i kod Danske Bank Group

3. KOMPARACIJA GRUPA, SA ASPEKTA VREMENA I RAZLIČITIH KRITERIJUMA

Kada smo formirali grupe, od izuzetne važnosti je da se zaključi koja grupa je bolja od ostalih, a sve u cilju da se ukaže na njenu održivost. Analiza se vršila svake godine u posmatranom periodu i to sa aspekta pet izabranih kriterijuma, a to su u našem slučaju sljedeći faktori: Equity/Total Assets, Loan Loss Reserve/Gross Loans, ROA, ROE, Net Loans/Total Deposits. Procedura koja se koristi za provjeru statističke značajnosti razlike prosječnih vrijednosti navedenih faktora između klastera naziva se analiza varijanse (ili skraćeno ANOVA). Suština analize ogleda se u tome da se u svakoj godini, počevši od 2004. godine, prati statistička značajnost razlike između prosjeka u ranije formiranim grupama (klasterima) i to sa aspekta svakog kriterijuma (navedenih 5). Imajući to u vidu, analizu vršimo hronološki. Alternativa, u slučaju kada ANOVA metod ne može da se koristi, tj. kada su narušene ranije navedene pretpostavke za njenu upotrebu, koristimo neki od neparametarskih testova (među kojima se uglavnom izdvaja tzv. Kruksal – Wallis One-Way Analysis of Variance). Statistička literatura, u slučajevima kada se porede prosječne vrijednosti tri ili više grupa, koristi metod ANOVA, osim u slučaju kada pretpostavke na kojima je zasnovana ne dozvoljavaju to. Iz ovog razloga u analizi stalno provjeravamo opravdanost upotrebe izabrane metode, a zatim interpretiramo dobijene rezultate. Kako je tek u 2005. godini klasifikacija izvršena pravilno, možemo razmotriti koji od pomenutih metoda u određenim situacijama treba primijeniti. Da bi ustanovili može li se koristiti ANOVA, potrebno je ispitati, prije svega, homogenost varijansi. U našem slučaju koristimo ANOVA metod u svim slučajevima, osim u slučaju ROE. Kao što metodologija nalaže, u prvom koraku navodimo osnovne deskriptivne mjere, kako bi imali uvid u to kolike su prosječne vrijednosti, odstupanja, kao i maksimum i minimum svih navedenih faktora po grupama. Cilj ovoga je bolja interpretacija rezultata jer je kod nekih faktora veća vrijednost poželjnija, a kod nekih manja. Prije adekvatne interpretacije treba imati u vidu da je bolja veća vrijednost prvog, trećeg i četvrtog faktora (Equity/Total Assets, ROA i ROE), a obrnuto sa drugim i petim.

Detaljnija analiza pokazuje da se najbolji podaci²⁰ odnose na drugu grupu banaka (Retail bank). Koliko su razlike statistički značajne ustanovimo na osnovu izabranih metoda. U nastavku (Tabela br. 7) dajemo prikaz metoda ANOVA, samo za one pokazatelje za koje se taj metod preporučuje, kao i alternativni neparametarski test (samo za pokazatelj ROE, jer kod njega nema uslova za primjenu ANOVA metoda).

Tabela 3: ANOVA (2005)

		df	Mean Square	F	Sig.
Equity/Total Assets	Between Groups	2	8,149	3,923	,036
	Within Groups	21	2,077		
	Total	23			
Loan Loss Reserve/Gross Loans	Between Groups	2	,968	,671	,522
	Within Groups	21	1,442		
	Total	23			
ROA	Between Groups	2	,152	4,058	,032
	Within Groups	21	,037		
	Total	23			
Net Loans/Total Deposits	Between Groups	2	3847,081	45,729	,000
	Within Groups	21	84,127		
	Total	23			

Izvor: Kalkulacija autora u softveru IBM SPSS Statistics

Ključne kolone su posljednje dvije, koje su i označene. Pošto je u koloni Sig. samo kod Loan Loss Reserve/Gross Loans vrijednost veća od 0,05 možemo zaključiti da tu nema statistički značajne razlike u prosječnim vrijednostima između grupa, što se ne može reći za ostale pokazatelje. Konkretno, to znači da

²⁰ Kod nekih pokazatelja najveći, a kod drugih najmanji podaci

konstatacija da je neka grupa banaka, po ovom aspektu (Loan Loss Reserve/Gross Loans), bolja od ostalih ne može biti prihvaćena, jer razlike nisu značajne. S druge strane, u ostalim slučajevima odbacujemo tvrdnju da ne postoji statistički značajna razlika i tvrdimo (sa 95% sigurnosti) da su nastale razlike značajne i pokazuju koja grupa ima bolje rezultate. Kada je u pitanju neparametarski test, odnosno Kruksal–Wallis One-Way Analysis of Variance, sljedeća tabela (Tabela br. 4) pokazuje da nema statistički značajne razlike u prosječnim vrijednostima, što znači da se ne može prihvatiti preliminarni zaključak da je po ovom osnovu druga grupa (Retail bank) bolja od ostalih. Razlike u prosječnim podacima koje postoje nisu dovoljno izražene da bi imali osnova da tvrdimo to.

Tabela 4: Kruskal Wallis Test (2005)

Test Statistics^{a,b}

	ROE
Chi-Square	1,197
Df	2
Asymp. Sig.	,550

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Ward Method

Izvor: Kalkulacija autora u softveru IBM SPSS Statistics

Na kraju, rezime 2005. godine je taj da po osnovu drugog i četvrtog parametra (Loan Loss Reserve/Gross Loans i ROE) ne može se neka grupa smatrati boljom od ostalih jer razlike koje se javljaju nisu statistički značajne, dok je prvi i treći parametar pokazao da je bolja od ostalih grupa 2 – Retail bank, a peti parametar da je najbolja grupa 3 – Wholesale bank.

Identičan postupak primjene navedenih statističkih analiza se nastavlja u 2006. godini, pa sve do kraja posmatranog perioda. Iz praktičnih razloga, nastavak rada sadrži samo koncizne zaključke. Kao što je bio u slučaj u prethodnoj godini, u 2006. godini se, takođe, ne razlikuju prosječne vrijednosti između grupa banaka (tri grupe) za iste faktore, a to su: Loan Loss Reserve/Gross Loans i ROE. S druge strane, kada su ostali faktori u pitanju, razlika je statistički značajna i može se reći da je najbolja ona grupa kod koje je prosječna vrijednost najveća – za faktore Equity/Total Assets i ROA, odnosno prosječna vrijednost najmanja – za faktor Net Loans/Total Deposits. U našem slučaju to su grupe 2 – Retail bank (po osnovu faktora gdje je veća vrijednost bolja) i grupa 1 – Investment bank (poslednji faktor). Značajnih promjena nema ni u ostalim godinama posmatranog perioda (2007. – 2011.), pa možemo zaključiti sljedeće: 1. u svakoj narednoj godini se, uglavnom, može koristiti metoda ANOVA (izuzeci su: u 2009. godini samo za poslednji faktor; 2010. godini prvi i 2011. ROA²¹) u cilju komparacije prosječnih vrijednosti izabranih faktora između grupa banaka; 2. drugi i četvrti faktor (Loan Loss Reserve/Gross Loans i ROE) su u svakoj narednoj godini, kao i do tada, faktori kod kojih ne postoji statistički značajna razlika prosječnih vrijednosti između formiranih grupa banaka. Konkretno, to znači da razlike u prosječnim vrijednostima koje postoje nisu značajne, pa se ne može reći da je jedna grupa banaka bolja od ostalih. Na kraju, zaključak bi se mogao svesti u narednu tabelu (Tabela br. 5), koja pokazuje koja grupa je najbolja za svaki faktor posebno.

Tabela 5: Raspored najboljih grupa banaka po faktorima

FAKTORI:	Najbolja grupa
1. Equity/Total Assets	Retail Bank
2. Loan Loss Reserve/Gross Loans	Nema razlike između grupa
3. ROA	Retail bank
4. ROE	Nema razlike između grupa
5. Net Loans/Total Deposits	Investment bank

Izvor: Kalkulacija autora

²¹ Koristi se odgovarajući neparametarski test

4. ZAKLJUČAK

Prilikom klasifikacije izabranih banaka (vodeće na finansijskom tržištu) koristila se klaster analiza, koja je samo klasifikovala banke u tri grupe, a na osnovu međusobnih sličnosti. Da bi pojedine grupe adekvatno definisali, pošli smo od izabranih pet kriterijuma i odredili koja od njih ima karakteristike investicionih banaka, koja komercijalnih, a koja mješovitih. Tek nakon toga smo bili u mogućnosti da izvršimo komparaciju između grupa. Analiza je pokazala da je druga grupa, tj. klasične komercijalne banke (**Retail Bank**), grupa sa najboljim rezultatima. Ovom zaključku u prilog ide i činjenica da je pomenuta grupa i kod faktora kod kojih ne postoji statistički značajna razlika u prosječnim vrijednostima imala najbolje rezultate.

5. LITERATURA

- [1] Soldić-Aleksić, J., Krasavac B., Kvantitativne tehnike u istraživanju tržišta-Primena SPSS računarskog paketa, Ekonomski fakultet Beograd, 2009.
- [2] Kovačić, Z.J., 1994. Multivariaciona analiza. Univerzitet u Beogradu.
- [3] Krzanowski, W.J. and Marriot, F.H.C. 1994. Multivariate Analysis, Part 1, Edward. Arnold, London. (MV1).



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Geoinformacioni sistemi



SATELITSKA PRAĆENJA VREMENSKIH USLOVA

SATELLITE SURVEY OF WEATHER CONDITIONS

MIODRAG REGODIĆ¹, LJUBOMIR GIGOVIĆ¹, SLAVIŠA TATOMIROVIĆ²

¹ Univerzitet odbrane, Vojna akademija, Beograd, mregodic62@gmail.com, ljgigovic@yahoo.com

² Vojnogeografski institut, Beograd, slavisa.tatomirovic@sbb.rs

Rezime: *Oduvek postoji realna potreba za neposrednim opažanjem i proučavanjem pojava čije dimenzije prelaze gornju granicu ljudskih mogućnosti. Iz potrebe da se dobiju novi podaci, da osmatranja i izučavanja budu objektivnija od dosadašnjih sinteza, prihvaćen je novi istraživački metod – daljinska detekcija. U radu su predstavljeni principi i elementi daljinske detekcije, kao i osnovni aspekti primene daljinskih istraživanja pri istraživanjima meteoroloških parametara i stanja atmosfere. Primena satelitskih snimaka moguća je u svim fazama globalnog i sistematskog istraživanja različitih atmosferskih pojava. Pri tim istraživanjima se koriste aero i satelitski snimci različitih osobina, a analiza i interpretacija se sprovodi vizuelnim i računarski podržanim postupcima.*

Ključne reči: *daljinska detekcija, životna sredina, atmosfera, satelitski snimak, senzor.*

Abstract: *It has always been a real need to perceive (survey) directly and study the events whose extent is beyond upper limitations of people's possibilities. In order to get new data, to make observations and studying much more objective in comparison with so far syntheses - a new method of examination - called remote sensing - has been adopted. The paper deals with the principles and elements of remote sensing, as well as basic aspects of using remote researches in researching meteorological (weather) parameters, and the state of atmosphere. Usage of satellite images is possible in all phases of the global and systematic researching of different atmospheric phenomena. In these researches are used plane and satellite images of different characteristics, and the analysis and interpretation is carried out by viewing and computer added procedures.*

Keywords: *remote sensing, the environment, atmosphere, satellite image, sensor.*

1. UVOD

Do sada je lansiran veliki broj meteoroloških satelita, koji su bili opremljeni različitim sensorima za snimanje i merenje meteoroloških parametara. Vremenom su sateliti i senzori ugrađeni u njima postojali sve usavršeniji, omogućavajući snimanje atmosferskih pojava u većem broju spektralnih kanala i s boljom prostornom i radiometrijskom rezolucijom. S obzirom na visinu iz koje snimaju, kao i način snimanja, meteorološki sateliti su podeljeni u dve grupe: geostacionirane i polarnoorbitalne.

Geostacionirani meteorološki sateliti se nalaze u ekvatorijalnoj orbiti, krećući se ugaonom brzinom i smerom jednakoj ugaonoj brzini i smeru rotacije Zemlje. Zbog toga, sateliti ostaju prividno nepokretni prema Zemljinoj površini. Oni rotiraju oko ose, koja je paralelna sa osom rotacije Zemlje, brzinom od oko 100 obrtaja u minuti. Za prekrivanje snimanjem ukupne Zemljine površine i praćenje procesa u atmosferi potrebno je da istovremeno u geostacioniranoj putanji bude najmanje pet satelita u radu. Osnovni zadatak tih satelita je emitovanje snimaka Zemlje u vidljivom i infracrvenom delu spektra (Regodić, Sekulović, Živković 2010).

Polarnoorbitalni meteorološki sateliti obilaze Zemlju po svojoj orbiti, najčešće na visini od oko 800 km i pri tome ugao inklinacije orbite iznosi 81 ili 98 stepeni, a vreme obilaska putanje traje 105 minuta. Putanja satelita sinhronizirana je sa Suncem, pa je tako omogućeno opažanje meteoroloških pojava uvek u isto vreme, zbog čega su podaci kompatibilni u vremenu. Moć razlučivanja tako dobijenih snimaka veća je nego u onih što se dobiju iz geostacioniranih satelita, ali im je vidno polje znatno manje, pa time i snimljena površina.

Osnovni instrumenti za snimanje u meteorološkim satelitima su telefotometar, skenirajuća TV kamera, skenirajući radiometar u infracrvenom području spektra i mikrovalni radiometar, kao i niz drugih instrumenata namenjenih za različita specijalistička opažanja i merenja.

U bivšem SSSR-u (Rusija) era satelitske meteorologije započela je 1963. godine korišćenjem podataka dobijenih pomoću satelita Kosmos. Međutim, operativni podaci dobijeni su nešto kasnije posredstvom satelita METEOR. Druga generacija ruskih satelita započela je lansiranjem satelita METEOR-2, 1975. godine, opremljenim brojnim uređajima za daljinska opažanja (Regodić, Sekulović 2010).

Prvi evropski geostacionirani satelit bio je METEOSAT-1 (METEOrological SATellite), lansiran 23. XI.1977.godine, a nakon njega lansirani su i drugi Meteosat (1981. godine), u okviru Europske svemirske agencije (ESA). Meteosat sateliti lansirani su u geostacionarnu orbitu, na visinu od oko 36.000 km (slika 1).

Meteorološki parametri koji su registrovani pomoću tih satelita bili su:

- temperatura površine mora
- izrada karata najviših vrhova oblaka
- izrada karata distribucije oblaka
- set bazičnih klimatoloških podataka.

2. PRINCIP DALJINSKE DETEKCIJE

Daljinska detekcija u užem smislu obuhvata analizu i interpretaciju različitih snimaka delova Zemljine površine, načinjenih sa površine terena, iz vazduha, ili iz kosmosa.

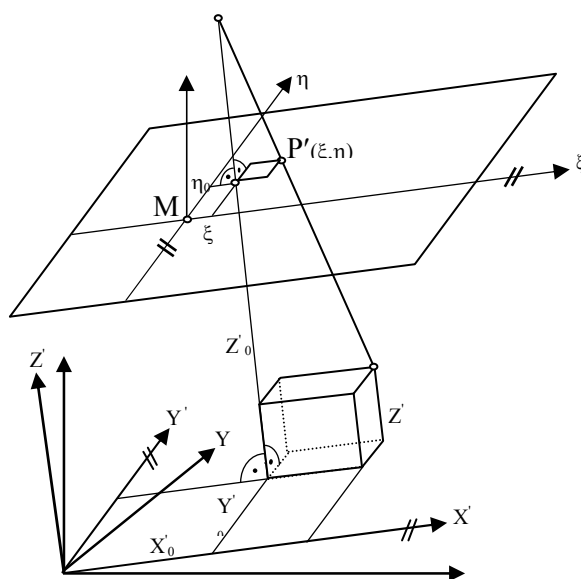
Daljinska detekcija predstavlja metod prikupljanja informacija putem sistema koji nisu u direktnom, fizičkom kontaktu sa ispitivanom pojavom ili objektom'.

Kod realizacije postupaka daljinske detekcije jasno se može definisati i izdvojiti nekoliko direktno povezanih elemenata. U geonaukama, među koje spada i geodezija, objekat je fizička površina Zemlje. Objekat zrači elektromagnetnu energiju, koja nosi informacije o njegovim osobinama. Energija može biti sopstvena i reflektovana, koja je saopštena objektu iz prirodnog ili iz nekog veštačkog izvora. Energiju registruje senzor, koji se u najvećem broju slučajeva nalazi na pokretnoj platformi (zemljinom satelitu). Na osnovu složenog elektronskog sklopa senzora registrovani signal se prevodi u oblik pogodan za obradu, odnosno nastaje odgovarajući snimak u digitalnom ili analognom obliku. Zatim, sledi analiza snimljenog područja, interpretacija rezultata i na kraju upotrebljiva informacija (podatak) o snimljenom sadržaju. Ta informacija najčešće obuhvata saznanje o vrsti, granicama prostiranja i intenzitetu registrovanog fenomena (Pavlović, Čupković, Marković 2001).

3. MATEMATIČKA VEZA IZMEĐU SLIKOVNIH I TERENSKIH KOORDINATA

Da bi se realizovao postupak fotointerpretacije snimaka neophodno je uspostaviti direktnu matematičku vezu između slikovnih i terenskih koordinata tačaka. Ta veza (jednačine 4 i 5) se uspostavlja fotogrametrijskom metodom aerotriangulacije perspektivnih snopova.

U osnovi ove metode leže vrlo jednostavni izrazi koji daju vezu između merenih fotogrametrijskih koordinata i terenskog koordinatnog sistema (jednačine 4 i 5).



Slika 1: Pravolinijsko povezivanje snimališta O sa tačkom na snimku P' i tačkom objekta P

U momentu snimanja tačka objekta P, tačka na snimku P' i snimalište O ležali su na jednoj pravoj (slika 1). Ova, tzv. veza kolinearnosti može se prikazati u X',Y',Z'-terenskom koordinatnom sistemu, čije su ose paralelne ξ, η, ζ - slikovnom koordinatnom sistemu ($\zeta=0$ za sve tačke u ravni snimka, a $\zeta=c$ za projekcioni centar), a koji je prostorno zarotiran u odnosu na osnovni terenski koordinatni sistem - X,Y,Z preko sledeće dve jednačine:

$$\begin{aligned}\frac{\xi - \xi_0}{c} &= \frac{X' - X'_0}{Z' - Z'_0} \\ \frac{\eta - \eta_0}{c} &= \frac{Y' - Y'_0}{Z' - Z'_0}\end{aligned}\quad (1)$$

Rešenjem obe jednačine po slikovnim koordinatama:

$$\xi = \xi_0 - c \frac{X' - X'_0}{Z' - Z'_0}\quad (2)$$

$$\eta = \eta_0 - c \frac{Y' - Y'_0}{Z' - Z'_0}$$

$$\begin{pmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11}r_{12}r_{13} \\ r_{21}r_{22}r_{23} \\ r_{31}r_{32}r_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X' - X'_0 \\ Y' - Y'_0 \\ Z' - Z'_0 \end{pmatrix}\quad (3)$$

Koordinate X' objekta i X'o snimališta, mogu se smeniti sa koordinatama X, odnosno Xo u osnovnom terenskom koordinatnom sistemu. X',Y',Z'- sistem je, u odnosu na X,Y,Z – sistem prostorno zarotiran i važi:

$$\xi = \xi_0 - c \frac{r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0)}{r_{13}(X - X_0) + r_{23}(Y - Y_0) + r_{33}(Z - Z_0)} = \xi_0 - c \frac{Z_x}{N}\quad (4)$$

$$\eta = \eta_0 - c \frac{r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0)}{r_{13}(X - X_0) + r_{23}(Y - Y_0) + r_{33}(Z - Z_0)} = \eta_0 - c \frac{Z_y}{N}$$

Posle zamene jednačine (3) u (2) dobija se tražena veza između slikovnih i terenskih koordinata, gde jednačina (3) treba prethodno da se pomnoži sa leve strane sa $\underline{R}^T \quad \underline{R}^{-1}$ (pri čemu su simboli za vektore i matrice podvučeni):

ξ, η - merene slikovne koordinate,

X,Y,Z – odgovarajuće terenske koordinate,

ξ_0, η_0, c – elementi unutrašnje orijentacije kamere za snimanje (ξ_0, η_0 – koordinate glavne tačke snimka, c – konstanta kamere),

X_0, Y_0, Z_0 – koordinate snimališta u terenskom koordinatnom sistemu,

$r_{11}, r_{12}, \dots, r_{33}$ – elementi matrice prostorne rotacije R, koja definiše prostorni položaj snimka u odnosu na terenski koordinatni sistem -X,Y,Z, a funkcije su od uglova rotacije ω, ϕ, κ .

Da bi X',Y',Z'- sistem bio paralelan ξ, η, ζ - slikovnom koordinatnom sistemu elementi rik treba da su:

- vrednosti kosinusa uglova između osovina slikovnog i terenskog koordinatnog sistema, odnosno
- funkcije uglova ω, ϕ, κ za koje je snimak u momentu snimanja bio zarotiran u odnosu na terenski koordinatni sistem.
- Razlaganje jednačine (4) na terenske koordinate X i Y, daje:

$$X = X_0 + (Z - Z_0) \frac{r_{11}(\xi - \xi_0) + r_{12}(\eta - \eta_0) + r_{13}c}{r_{31}(\xi - \xi_0) + r_{32}(\eta - \eta_0) + r_{33}c}\quad (5)$$

$$Y = Y_0 + (Z - Z_0) \frac{r_{21}(\xi - \xi_0) + r_{22}(\eta - \eta_0) + r_{23}c}{r_{31}(\xi - \xi_0) + r_{32}(\eta - \eta_0) + r_{33}c}$$

Izrazi (4) i (5) predstavljaju jednačine kolinearnosti koje su veza između slikovnih koordinata (ξ, η) kao merenih podataka i elemenata unutrašnje (ξ_0, η_0, c) i spoljašnje orijentacije ($X_0, Y_0, Z_0, \omega, \phi, \kappa$) kao nepoznatih parametara.

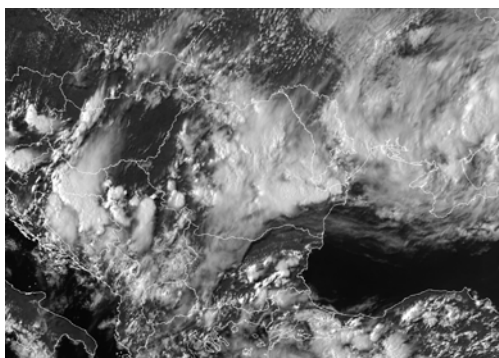
U novije vreme je u svetu, a sada i kod nas, primenom savremenih računarski podržanih fotogrametrijskih sistema i metoda, ostvariva mogućnost restitucije nemernih snimaka.

4. PRIMENA SATELITSKIH SNIMAKA PRI PRAĆENJU ATMOSFERSKIH POJAVA

Lansiranjem veštačkih Zemljinih satelita otvorile su se nove mogućnosti opažanja i proučavanja atmosferskih pojava. Ovi podaci postali su nezaobilazni u meteorologiji. Do sada je lansiran veliki broj meteoroloških satelita (Nimbus, Meteor, SNS, ESSA, Meteosat, Terra i dr.). Meteorološki sateliti mogu biti geostacionarni i polarnoorbitalni. Za pokrivanje ukupne Zemljine površine za posmatranje promena u atmosferi potrebno je najmanje 5 satelita u radu. Najčešće korišćeni senzor u meteorološkim satelitima je radiometer nazvan AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) sa rezolucijom od 1 m. Meri zračenje u 5 intervala spektra (Oluić 2001).

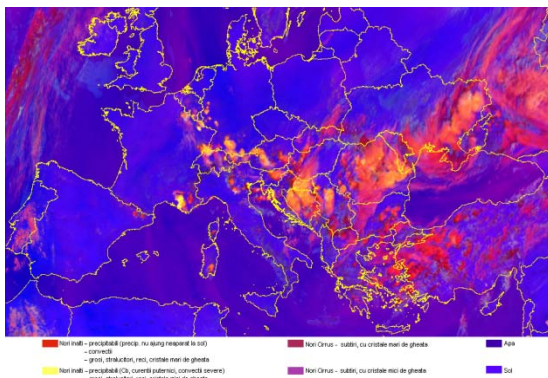
U kanalima 1 i 2 snimanje je u vidljivom delu spektra, a dobijeni snimci služe za dobijanje dnevnog snimka oblaka, kao i razdvajanje vodenih i kopnenih područja. Snimci dobijeni snimanjem u kanalu 3, u reflektujućem infracrvenom delu spektra, služe za dobijanje noćne slike oblaka i računanje temperature površine vode. Snimci načinjeni u kanalima 4 i 5 su u infracrvenom termalnom delu spektra i koriste za dobijanje noćne slike oblaka, određivanje temperature površine vode i temperature vrhova oblaka. Na osnovu ovih snimaka sinoptičari dobijaju informacije o osobinama oblaka vezanih za stanje temperature, temperature oblačnog sloja, stepenu oblačnosti, profile sadržaja vlage, parametre vetra, a osnovna primena im je u prognozi vremena (<http://static.astronomija.co.rs>).

U nastavku će biti opisan razvoj olujnog nevremena koje je zahvatilo Balkan 24. maja 2012. godine i kako je to izgledalo iz Svemira. Naime, tog dana je iznad Balkana bilo prisutno sve što je potrebno za razvoj olujnog nevremena: nestabilna vazдушna masa, velika količina vlage, ciklonska kretanja i jutarnja vrućina. Posle dva dana kiše i hladnog vremena 24. ujutru kiša je prestala i oblaci su počeli da se razilaze. Sunce je počelo da greje i u nekoliko sati temperatura je porasla. Od 6 do 12 UTC temperatura u Banjoj Luci je porasla sa 17 °C na 26°C. Sa velikom vlagom u vazduhu i vrućinom kao okidačem oluja je počela veoma brzo. U 10 UTC prva ćelija je formirana u sjevernom dijelu RS, u Hrvatskoj i u Srbiji. U nekoliko narednih časova oluja je nastavila da se razvija i u 11 UTC bilo je puno ćelija, kao što se može videti na satelitskom snimku.

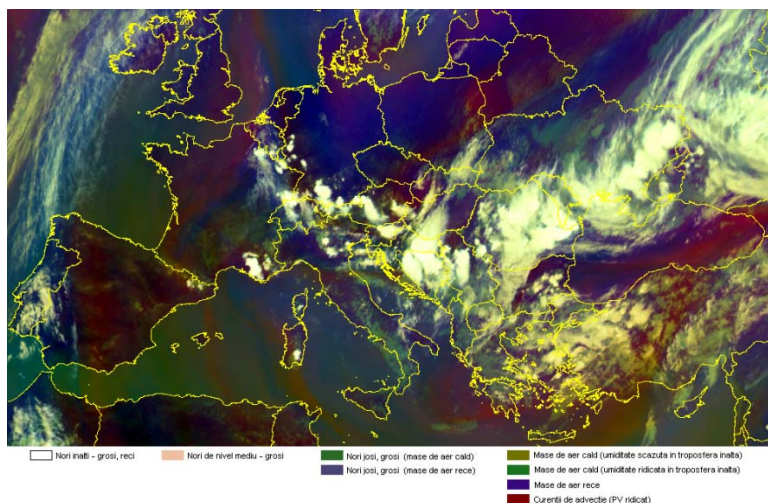


Slika 2: Satelitski snimak MSG1 visoke rezolucije (<http://gf-sa.com>)

Prvi primer predstavlja MSG RGB satelitski snimak za duboku konvekciju. Žuta boja označava grad (zapadna Srbija, Rumunija i Hrvatska). Drugi primjer označava satelitski snimak MSG1 visoke rezolucije u 11 UTC. Oluja je nastavila da se razvija i između 14 i 15 UTC analizirana oluja je bila jača. U to vreme smo imali grad na severu i istoku RS, u Hrvatskoj i u Srbiji. Na satelitskom snimku snimljenom u 14:15 UTC vidi se kako je oluja izgledala (slika 3, 4, 5).

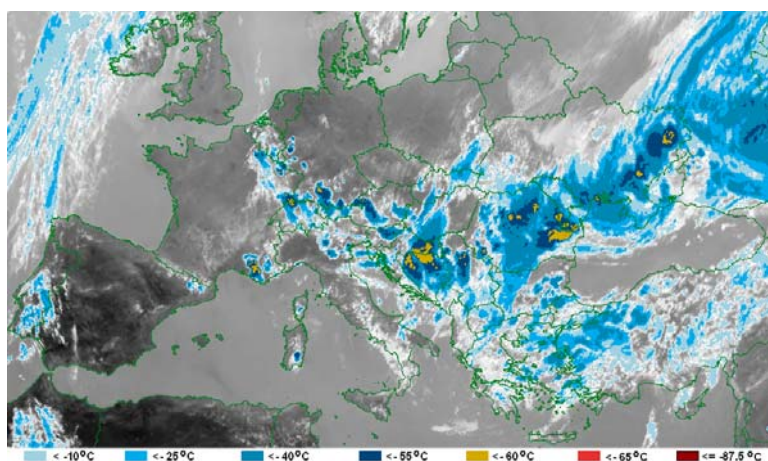


Slika 3: Satelitski snimak MSG1 RGB u 14:15 UTC (<http://gf-sa.com>)



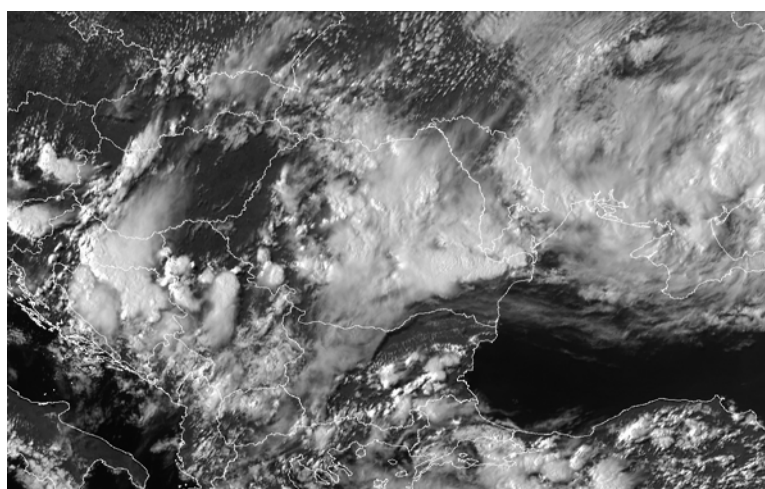
Slika 4: Satelitski snimak MSG1 RGB za vazдушnu masu PV horizontalno kretanje zraka

Na ovom snimku se vidi PV horizontalno kretanje zraka oko severnog dela Srbije i Panonske nizije, koje pokazuje opadajuće kretanje zraka sa viših slojeva u niže, u ovom regionu.



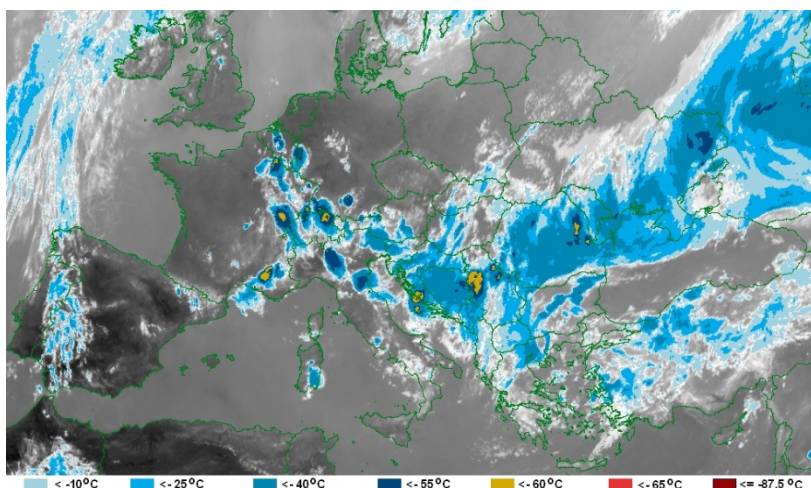
Slika 5: Satelitska snimak MSG1 RGB za temperaturu oblaka (<http://gf-sa.com>)

Na ovom snimku žuta boja označava temperaturu oblaka od 60°C.



Slika 6: Satelitski snimak MSG1 u 14:15 UTC (<http://gf-sa.com>)

Novo konvektivne ćelije su počele da se razvijaju i posle podne je oluja dostigla zrelu (završnu) fazu.



Slika 7: Satelitska snimak MSG1 RGB za temperaturu oblaka u 17 UTC (<http://gf-sa.com>)

U kasno posle podne oluja je dostigla slojeviti oblik sa velikim padavinama u istočnom delu RS i zapadnoj Srbiji (oko reke Drine). Može se zaključiti da su satelitski snimci osnova za predviđanje vremenskih prilika, praćenje, a samim tim i pravovremeno reagovanje da bi se spriječile ljudske žrtve i materijalne štete.

5. ZAKLJUČAK

Lansiranjem Zemljinih satelita otvorena je nova mogućnost praćenja i zaštite, u prvom redu globalnog, a potom regionalnog i lokalnog područja.

Novе generacije senzora ugrađenih u svemirske letelice omogućuju sistematsko osmatranje, snimanje i merenje različitih relevantnih podataka važnih za utvrđivanje promena i procesa u moru, na kopnu i u atmosferi. Na temelju tako prikupljenih informacija moguće je ukazati na aktualna zbivanja u tim sredinama, ali i prognozirati prirodne katastrofe.

Danas se ne može zamisliti dugoročna strategija razvoja jedne zemlje, kao i definisanje dugoročnih mera zaštite životne sredine i upravljanja rizikom, bez uključivanja informacija koje se dobijaju posredstvom veštačkih Zemljinih satelita.

Primena satelitskih snimaka moguća je u svim fazama ekoloških istraživanja, koja zahtevaju primenu više različitih metodskih postupaka, daljinska i terestrička istraživanja. Pri tim istraživanjima se koriste satelitski snimci različitih osobina, a analiza i interpretacija se sprovodi vizuelnim i računarski podržanim postupcima.

LITERATURA

- [1] Oluić, M., (2001). Snimanje i istraživanje Zemlje iz svemira, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti i Geosat, Zagreb.
- [2] Pavlović, R., Čupković T., Marković M., (2001). Daljinska detekcija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
- [3] Regodić, M., Sekulović, D., Živković, L. (2010). Primena daljinske detekcije pri istraživanjima meteoroloških parametara, Međunarodno savetovanje – ENERGETIKA 2010., Zlatibor, list ENERGIJA.
- [4] Regodić, M., Sekulović, D. (2010). Primena satelitskih snimanja pri praćenju atmosferskih pojava, SYM-OP-IS 2010., Tara, Zbornik radova.
- [5] <http://gf-sa.com/clanci/Seminarski-rad-TERMALNA-DALJINSKA-ISTRA%C5%BDIVANJA-Haris-Ruznic.pdf>
- [6] <http://static.astronomija.co.rs/astronautika/NASA/shuttle/shuttle/brzina.htm>



PRIMENA METODE VIŠEKRITERIJUMSKOG ODLUČIVANJA U GIS-U

APPLICATION MULTIPLE CRITERIA METHODS IN GIS

LJUBOMIR GIGOVIĆ¹, MIODRAG REGODIĆ²

¹ Univerzitet odbrane, Vojna akademija, Beograd, ljgigovic@yahoo.com

² Univerzitet odbrane, Vojna akademija, Beograd, mregodic62@gmail.com

Rezime: U radu je prikazan koncept kombinovanja GIS-a i višekriterijumske tehnike za podršku u odlučivanju u cilju određivanja optimalne trase saobraćajnice na konkretnom prostoru. Izabrani kriterijumi (reljef, namena zemljišta, blizina naselja itd.), koji utiču kao faktori na proces odabira optimalne trase, mogu se implementacijom, analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP) u GIS-u, reprezentovati diskretnim vrednostima mrežnih ćelija raslojenim prema odabranim kriterijima, za koje se određuju težinski koeficijenti. Množenjem težinskog koeficijenta kriterijuma i odgovarajuće karte pogodnosti za taj kriterijum dobija se na rasterskom nivou "karta pogodnosti" za svaki kriterijum, da bi se na kraju objedinjavanjem svih karata došlo do konačne karte pogodnosti.

Cljučne reči: GIS, višekriterijumska analiza, saobraćajnica

Abstract: This paper presents the concept of combining GIS and multiple-criteria techniques in support to decision-making related to producing optimal road route design. Selected criteria (relief, land use, proximity to human settlements, etc.), that influence the process of selecting optimal road routes, may be represented by discrete values of a network of cells stratified by selected criteria for which weight coefficients are calculated, through implementation of the analytic hierarchy process (AHP) in GIS. Multiplying the weighted criteria coefficient and the appropriate "suitability map" for that criteria produces a modeled surface (raster) "suitability map" for each criterion; subsequent merging of all maps produces a final suitability map.

Keywords: GIS, Multicriteria analysis, road route design

1. UVOD

GIS je računarski podržan sistem koji čine hardver, softver, podaci i kadar. Njime se prostorni podaci prikupljaju, edituju, modeluju, analiziraju i prezentuju. Iako je GIS snažan alat za rukovanje prostornim podacima, koji nudi velike mogućnosti za njihovo prikazivanje i analizu, uočeno je da primena samo GIS-a nije dovoljna da obuhvati kompleksnost problema određivanja pogodnosti zemljišta za određivanje optimalne trase saobraćajnice i neposredno doprinese merodavnom donošenju odluka. To je moguće postići razvojem modela za valorizaciju zemljišta kombinovanjem GIS-a i nekih od višekriterijumskih alata za individualnu i grupnu primenu (Malczewski, J. T. 2006). U kombinaciji sa GIS-om, od višekriterijumskih alata, u velikom broju slučajeva, koristi se Analitički hijerarhijski process (AHP).

Metodologija kombinovanja GIS-a i AHP-a (Marinoni, O. 2004) iskorišćena je u ovom radu za određivanje optimalne trase putne saobraćajnice na konkretnom test primeru teritorije opštine Merošina, uzimajući u obzir reljef, ekspoziciju terena, visinsku dostupnost, fizički i biološki pokrivač zemljine površine blizinu naselja. Kao rezultat ove metodologije dobijena je mapa "pogodnosti" koja uzima u obzir ograničenja koja se odnose na postavljene i vrednovane kriterijume i ciljeve.

2. ANALITIČKO HIJERARHIJSKI PROCES (AHP) I GIS

Analitički hijerarhijski proces (AHP) predstavlja jedan od najčešće korišćenih metoda višekriterijumske analize. Autor ideje i matematičke postavke AHP-a je Thomas Saaty (Saaty 1980). AHP je do sada primenjivan raznim oblastima strateškog menadžmenta gde odluke imaju dalekosežan značaj i gde donosioci odluka rado biraju kvalitetnog i pouzdanog savetnika u fazi razmatranja uzročnih faktora i utvrđivanja njihovih efekata u odnosu na postavljene ciljeve. AHP je višekriterijumska tehnika koja se zasniva na međusobnom poređenju elemenata na datom hijerarhijskom nivou u odnosu na elemente na višem nivou. Na vrhu je cilj, ispod su kriterijumi (podkriterijumi, ako postoje) i na dnu su alternative. AHP zahteva da se prvo

međusobno porede kriterijumi i izračunaju njihove relativne težine u odnosu na cilj. Alternative se zatim porede u parovima u odnosu na svaki kriterijum i analognim postupkom određuju se njihove relativne težine u odnosu na kriterijume.

Poređenja na kojima se AHP zasniva definisana su na aksiomima: Recipročnosti (ako je element A n puta značajniji od elementa B, tada je element B 1/n puta značajniji od elementa A); Homogenosti (poređenje ima smisla jedino ako su elementi uporedivi) ; Zavisnosti (dozvoljava se poređenje među grupom elemenata jednog nivoa u odnosu na element višeg nivoa, tj. poređenja na nižem nivou zavise od elementa višeg nivoa); i Očekivanja (svaka promena u strukturi hijerarhije zahteva ponovno računanje prioriteta u novoj hijerarhiji).

Pošto su psihološki eksperimenti pokazali da pojedinac ne može istovremeno porediti više od 7 objekata (Miller G.A. 1956), Sati je definisao skalu koja ima najveću vrednost 9, najmanju vrednost 1 i razlike podeoka 1. Satijeva skala se uglavnom smatra standardom za AHP, a koristi se za poređenje u parovima.

Višekriterijumska analiza, u vidu analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP), integrisana u GIS može da obezbedi odgovarajuću manipulaciju i prezentaciju podataka sa konzistentnom evaluacijom, baziranom na velikom broju faktora koji mogu imati uticaja na analizu određenog problema.

Postupak kombinovanja AHP-a i GIS-a u cilju definisanja pogodnosti zemljišta za jednu ili više namena sastoji se iz sledećih koraka (Marinoni, 2004) :

- Definisanje problema.
- Definisanje eksperata, zainteresovanih korisnika i kriterijuma za ocenu pogodnosti zemljišta.
- Prikupljanje i priprema podataka (digitalizacija, statistička analiza, definisanje koncepcije baze podataka itd.).
- Formiranje rastera podataka za svaki kriterijum.
- Klasifikacija skupova podataka i formiranje mapa pogodnosti za svaki kriterijum.
- Formiranje matrice odlučivanja i evaluacija kriterijuma.
- Izračunavanje težinskih koeficijenata kriterijuma.
- Otežavanje mapa pogodnosti i sumiranje otežanih mapa u konačnu mapu pogodnosti.

Nakon definisanja problema, kriterijuma, prikupljanja podataka i formiranja rastera za svaki kriterijum, pristupa se klasifikaciji skupova podataka i formiranju mape pogodnosti za svaki kriterijum. Podaci u reterisanoj mapi koji se odnose na kriterijum dele se u klase pogodnosti, a zatim se svakoj klasi dodeljuje ocena (rang), tako da svaka ćelija u rasteru na mapi, za dati kriterijum bude svrstana u odgovarajuću klasu, čime joj se dodeljuje i odgovarajući ocena (rang).

Sledeći korak predstavlja formiranje matrice A odlučivanja i poređenje kriterijuma. Za usvojene kriterijume, formira se matrica odlučivanja. Elementi matrice su rezultat poređenja kriterijuma u parovima korišćenjem Satijeve skale. Posmatrajući definisani cilj, za svaki par kriterijuma treba uneti vrednost značaja jednog kriterijuma u odnosu na drugi. Tako je u Tabeli 1, na poziciji preseka reda C1 i kolone C2 upisana vrednost 2, a prema aksiomu recipročnosti na poziciji (C2, C1) unosi se 1/2.

Tabela 1 : Primer matrice poređena kriterijuma

	C1	C2	C2
C1	1	2	5
C2	1/2	1	3
C3	1/5	1/3	1

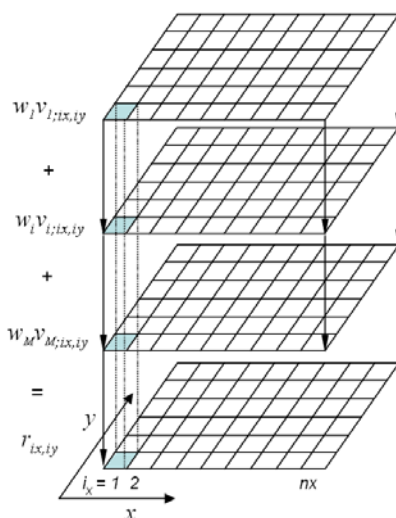
Normalizovanje sume redova vrši se tako sto se suma svakog reda deli sa brojem redova. Rezultat ovih izračunavanja je vektor prioriteta koji predstavlja vektor sopstvenih vrednosti matrice. U standardnom AHP-u se za određivanje težina kriterijuma koristi metod sopstvenih vrednosti (EV - eigenvector method), Drugim rečima, određuje se glavni desni vektor sopstvenih vrednosti matrice (A Saaty T.L. 1980). Ovaj vektor se dobija rešavanjem linearnog sistema :

$$Aw = \lambda w, w^T w = 1 \tag{1}$$

gde je λ najveća sopstvena vrednost matrice A , a w traženi vektor težina kriterijuma. Ako je donosilac odluka konzistentan, tada je $\lambda = n$; u suprotnom je $\lambda > n$. Na osnovu rezultata prethodnog koraka svaki kriterijum dobija odgovarajući težinski koeficijent kojim se definiše njegova relativna vrednost u odnosu na cilj. Konačna mapa pogodnosti dobija se izračunavanjem ukupne pogodnosti svake ćelije rastera primenom sledećeg izraza:

$$r_{ix,iy} = \sum_{i=1}^M w_i v_{i,ix,iy} \quad ix = 1, \dots, nx; \quad iy = 1, \dots, ny \tag{2}$$

gde je $r_{ix,iy}$ vrednost ćelije i_x,i_y na konačnoj mapi pogodnosti, w_i težinski koeficijent kriterijuma i , ocena (rang) date ćelije za kriterijum i , a n_x i n_y su broj ćelija na rasteru u x i y pravcu. Na Slici 1, prikazana je suština opisanog postupka.



Slika 1: Postupak dobijanja konačne mape pogodnosti

3. PRAKTIČAN PRIMER

U ovom poglavlju sprovedeno je skraćeno istraživanje sa ciljem definisanja optimalne trase saobraćajnice za teritoriju opštine Merošina, koja bi povezala magistralne saobraćajnice, iz pravca jugozapada, i magistralni put (koridor 10) u rejonu Niša, na istoku, između kojih se teritorija opštine nalazi.

Nakon identifikacije problema - izgradnje trase putne saobraćajnice, kao pogodan metod određen je AHP u kombinaciji sa GIS-om. Vezu AHP-a i GIS-a omogućila je aplikacija ArcGis-a desktop 9.3.1 sa skriptom Visual Basic makro extahp.dll (Marinoni, O. 2009). U istraživačkom primeru identifikovano je pet geofaktora, koji utiču za proces izbora optimalne trase saobraćajnice (Tabela 2).

Tabela 2 : Osnovni faktori za određivanje optimalne trase putne saobraćajnice

Kriterijum	Klasifikacija	Ocena	Objašnjenje	
C ₁	Nagib ili pad terena	<ul style="list-style-type: none"> – usponi preko 30% – vrlo strmo zemljište 20-30% – strmo zemljište od 10-20% – zemljište umerenog nagiba sa padom od 4-10% – zemljište malog nagiba sa padom od 2-4%, – ravno zemljište sa padom od 0-2% 	<ul style="list-style-type: none"> 1 2 3 5 7 9 	Padovi terena dati su kao izvedena veličina na osnovu digitalnog modela terena (DTM).
C ₂	Ekspozicije terena	<ul style="list-style-type: none"> – Horizontal (veoma povoljno za poljoprivredu) – Jug (povoljno za poljoprivredu) – Istok (slabije povoljno za poljoprivredu) – Zapad (slabije povoljno za poljoprivredu) – Sever (nepovoljno za poljoprivredu) 	<ul style="list-style-type: none"> 1 3 5 7 9 	Ekspozicije terena obuhvataju izloženost površine reljefa suncu. Izvedeni su na osnovu digitalnog modela terena (DTM).
C ₃	Visinska dostupnost	<ul style="list-style-type: none"> – planinska zona (preko 700 m.n.v.) nepovoljan termički režim – brdska zona (300 – 700 m.n.v.) manje povoljan termički režim – ravničarska zona (0 – 300 m.n.v.) povoljan termički režim 	<ul style="list-style-type: none"> 1 5 9 	Visinske udaljenosti od najniže tačke u posmatranom prostoru. Izvedeni su na osnovu digitalnog modela terena (DTM).
C ₄	Prostorna dostupnost terena	<ul style="list-style-type: none"> – veoma daleko od centra naselja, do 30 km – daleko od centra naselja, do 20 km – prihvatljivo daleko od centra naselja, do 20km – blizu centru naselja, do 10 km – veoma blizu centru naselja, do 5 km 	<ul style="list-style-type: none"> 1 3 5 7 9 	Dostupnost u odnosu na postojeće centre naselja. Izvedeni su na osnovu vektorske karte konvertovane u raster.
C ₅	Fizički i biološki pokrivač zemljine površine	<ul style="list-style-type: none"> – močvare i vodne površine – šumski polu prirodnih područja – poljoprivredne površine – veštačke površine 	<ul style="list-style-type: none"> 1 3 6 9 	Vrednost je dobijena na osnovu rezultata analize satelitskog snimka prema CORINE metodologiji.

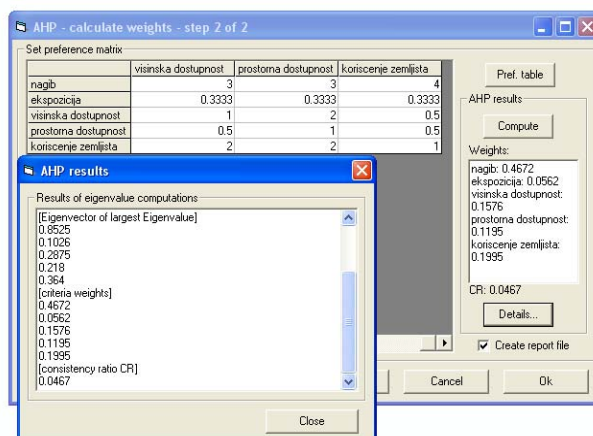
Ulazni podaci korišćeni u AHP analizi predstavljaju vrednosti odgovarajućih klasa terena prema utvrđenim kriterijima datim u Tabeli 4. Za podatke o tipovima korišćenja zemljišta upotrebljena je CORINE Land Cover 2006. Ostale mape (nagib, ekspozicije i visinska dostupnost) dobijeni su iz digitalnog modela terena (Gigović, LJ. 2010). Sve vektorske mape povezane sa odabranim kriterijumima konvertovane su u rasterske mape rezolucije 50x50m. Raster je potom konvertovan u reklasifikovani raster za svaki kriterijum i definisanim klasama dodeljeni su skorovi (ocene) v_k . Reklasiranje rasterskih mapa vršeno je se softverskim alatom *Reclass* u okviru ArcGIS-a aplikacije, gde su se rasterske ćelije klasifikovale i grupisale prema unapred zadatim vrednostima klase iz Tabele 2. Usvojena skala ocenjivanja od 1 do 9 je arbitrarna i nije ni u kakvoj vezi sa Satijevom skalom. Dobijene reklasifikovane mape na ovaj način su pretvorene u operativnu rastersku podlogu za primenu AHP-a.

Formiranje matrice odlučivanja i evaluacija prostornih kriterijuma izvršena je implementacijom makro *extahp.dll* (AHP) u softverski paket Arc GIS 9.3.1. Pokretanje AHP modula formira se matrica poređenja kriterijuma. Ovu matricu popunjava ekspert međusobnim poređenjem kriterijuma u parovima u AHP smislu, korišćenjem Satijeve skale. Vrednovanje kriterijuma je u radu izvršeno nakon konsenzusa autora rada. Matrice poređenja i težinske vrednosti elemenata korišćene u datom primeru prikazane su na Tabeli 3.

Tabela 3 : Poređenje kriterijuma (C_1 - C_5) u odnosu na cilj

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	w
C_1	1	6	3	3	4	0.4672
C_2	0.1667	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.0562
C_3	0.3333	3	1	2	0.5	0.1576
C_4	0.3333	3	0.5	1	0.5	0.1195
C_5	0.25	3	2	2	1	0.1995

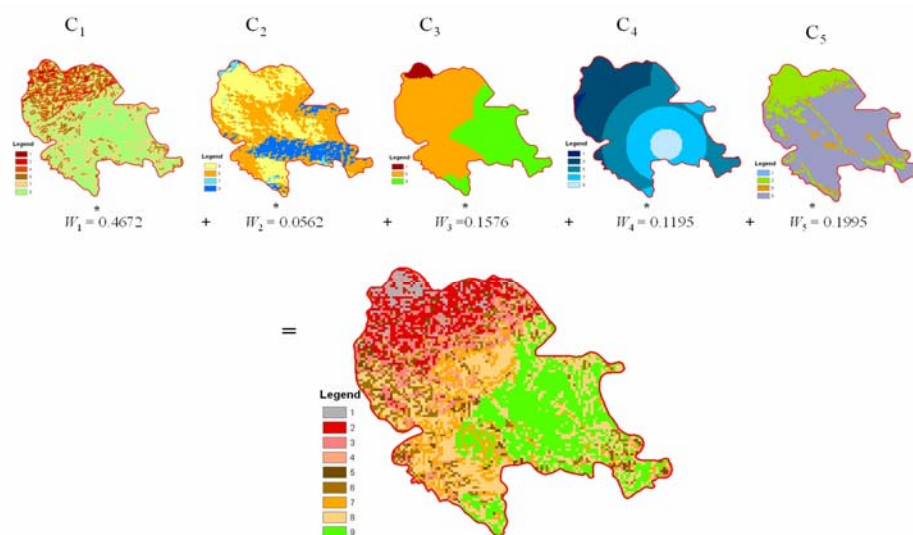
Posle unošenja vrednosti iz Satijeve skale u matricu poređenja, izračunavaju se težinske vrednosti kriterijuma. Modul izračunava i konzistentnost. Ovde je $CR=0,0467$, što znači da je konzistentnost zadovoljena (preporučeno $CR<0,1$) (Saaty T.L. 1980). Dobijene vrednosti težine kriterijuma i konzistentnosti, u primeru, pomoću modula AHP date su na Slici 2.



Slika 2: Modul AHP u okviru ArcGIS 9.3.1. aplikacije

U realizaciji konačne etape modul automatski, koristi jednačinu (2), množi težine kriterijuma sa skorom svake ćelije rastera mape pogodnosti svakog kriterijuma i formira konačnu mapu pogodnosti, Slika 3.

Na bazi usvojenih kriterijuma (pad, ekspozicije terena, visinska dostupnost terena, prostorna dostupnost terena, fizički i biološki pokrivač zemljine površine), dobijena je konačna mapa koja je dalje reklasifikovana u 9 klasa, Slika 3. Zelenom bojom (označena u Legendi brojem 9) je obeleženo zemljište koje je najpogodnije za trasiranje putne saobraćajnice u opštini Merošina, a crvenom (oznaka 1), ono koje je najmanje pogodno. Boje između zelene i crvene predstavljaju zemljište čija je pogodnost između najbolje i najgore. Iz analize konačne mape potencijalne trase saobraćajnice, jasno se uočava da bi se optimalna trasa saobraćajnice, prvacem jugozapad-istok, prostirala južnom periferijom teritorije opštine Merošina.



Slika 3: Proces formiranja konačna mapa pogodnosti zemljišta za izradu optimalne trase putne saobraćajnice u opštini Merošina

4. ZAKLJUČAK

U radu je u cilju određivanja optimalne trase putne saobraćajnice primenjena kombinacija višekriterijumskog metoda AHP i softvera za upravljanje prostornim podacima, ArcGIS 9.3.1. Veza ova dva alata omogućena je preko makroa extahp.dll, napisanog u Visual Basic-u. Primena kombinacije GIS-a i AHP-a, izvedena na realnom primeru određivanja optimalne trase putne saobraćajnice u opštini Merošina, pokazala se uspešnom i opravdanom, jer je geografski definisala zemljište koje je najpogodnije za izgradnju trase saobraćajnice na bazi pet datih kriterijuma: pad, ekspozicije terena, visinska dostupnost terena, prostorna dostupnost terena, fizički i biološki pokrivač zemljine površine. Kao rezultat istraživanja, proizveden kombinovanjem reklasifikovane AHP+GIS mape pogodnosti, dobijena je finalna mapa pogodnosti za izgradnju optimalne trase putne saobraćajnice u opštini Merošina.

Autori rada smatraju da je prikazana metodologija, neophodna, ali ne i potpuna da bi doneta odluka o konačnom definisanju trase putne saobraćajnice bila primenljiva u realnim uslovima. Konačna odluka zahteva sagledavanje i dodatnih, pre svega, društvenih i tehnoeekonomskih faktora. Stoga u cilju konačnog opredeljenja donosioca odluka, neophodno je izvršiti identifikacija vlasničkog statusa predloženih lokaliteta, utvrditi korisnike prostora koji mogu biti pogođeni izgradnjom putne trase (u pozitivnom ili negativnom smislu), utvrditi cenu zemljišta, zakonom zaštićene prostore, itd. Svi ovi faktori, imaće dodatnu ulogu u izboru najpogodnijeg rešenja.

Izbor optimalne trase putne saobraćajnice, primenom GIS+AHP predstavlja model koji je moguće primeniti i u drugim oblastima sa sličnim prirodnim karakteristikama.

LITERATURA

- [1] Malczewski, J. T. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature, *International Journal of Geographical Information Science*, Volume 20 (7), 703-726.
- [2] Marinoni, O. (2004). Implementation of the analytical hierarchy process with VBA in ArcGIS, *Computers and Geosciences*, Volume 30 (6), 637-646.
- [3] Saaty T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 287.
- [4] Miller G.A. (1956). The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information, *Psychological Review*, 63, 81-97.
- [5] Marinoni, O. (2009). Makro extahp.dll preuzet sa sajta: <http://arcscripsts.esri.com/details.asp?dbid=13764>
- [6] CORINE Land Cover, map 2006., <http://www.geosrbija.rs/rga/default.aspx?gui=1&lang=2>
- [7] Gigović, LJ.(2010). Digitalni modeli visina i njihova primena u vojnoj analizi terena, *Vojnotehnički glasnik br.2*, MO Republike Srbije, Beograd, 165-177.
- [8] Saaty, T.L., Vargas, L.G. (1991) *Prediction, Projection and Forecasting*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 251.
- [9] Saaty T.L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 287.



ANALIZA TOPOGRAFSKIH IZVORA PODATAKA ZA IZRADU DRŽAVNE BAZE PODATAKA GEOGRAFSKIH NAZIVA

ANALYSIS OF TOPOGRAPHIC DATA SOURCE FOR CALCULATING NATIONAL DATABASES OF GEOGRAPHICAL NAMES

PP MR SLAVIŠA TATOMIROVIĆ¹, PK PROF. DR MIODRAG REGODIĆ², PK DOC. DR STEVAN RADOJČIĆ¹,
PP DOC. DR RADOJE BANKOVIĆ¹, DIPL. INŽ.

¹ Vojnogeografski institut, Beograd, slavisa.tatomirovic@sbb.rs; stradojic@sezampro.rs; radojebankovic@yahoo.com

² Vojna akademija, Beograd, mregodic62@gmail.com

Rezime: U radu je prikazana analiza topografskih izvora podataka za izradu državne baze podataka geografskih naziva. Analiziran je celokupan sistem toponimskih radova i izvršena analiza kvaliteta topografskih izvora podataka u Vojnogeografskom institutu (VGI). Analiza je pokazala da se kao osnovni topografski toponimski izvor za izradu državne baze podataka geografskih naziva za celu teritoriju Republike Srbije mogu koristiti samo topografske i preglednotopografske karte razmernog sistema VGI. Na osnovu te analize izvršeno je i utvrđivanje kvantiteta geografskih naziva na topografskim izvorima u odnosu na pojedinačne tematske kategorije geografskih naziva i zbirno za svaki osnovni topografski izvor koji će biti korišćen za izradu baze podataka geografskih naziva Republike Srbije. Na osnovu tih pokazatelja izvršena je i procena vremenskog okvira za realizaciju izrade Državne baze podataka geografskih naziva.

Ključne reči: Geografski nazivi, Toponimski izvori, Topografski izvori. Baza podataka geografskih naziva.

Abstract: This paper represents the analysis of geospatial data used for production of national geographic names database. The whole system of toponymy works is analysed as also as the quality of toponymy sources in the Military Geographical Institute (MGI). The analysis showed that for the production of national geographic names database, for the whole territory of the Republic of Serbia, as main sources can be used topographic maps produced in MGI. Based on that analysis, the quantity of geographic names on toponymy sources is established related to individual thematic categories of geographic names as well as summary for each toponymy source that will be used for the production of national geographic names database. Based on these indicators the assessment of time required for the production of the database is conducted.

Keywords: Geographic names, Toponymy sources, Topographic sources, Geographic names database.

1. UVOD

Tokom vremena razvijala se tehnologija i metodologija prikupljanja podataka o geoprostoru, pa tako i tehnike prikupljanja i obrade geografskih naziva: klasičan topografski premer, terenski radovi nakon fotogrametrijske restitucije, korišćenje statističkih podataka i druge. Osim toga menjala su se i tehnološka rešenja za reprodukovanje geografskih naziva na topografskim i drugim kartama: kaligrafija, mašinsko slaganje geografskih naziva i montaža - fotoslog i automatizovana obrada geografskih naziva u kompjuterski podržanom (Computer Assisted Design – CAD) okruženju. Imajući to u vidu mogu se analizirati svi parametri koji utiču na kvalitet i kvantitet prikupljenih, obrađenih i prikazanih geografskih naziva na kartografskim i drugim izvorima za izradu državne baze podataka geografskih naziva Republike Srbije.

Za izradu državne baze podataka geografskih naziva za celokupnu teritoriju Republike Srbije, potrebno je analizirati one izvore koji u potpunosti pokrivaju celokupnu državnu teritoriju. Svaka analiza podrazumeva sagledavanje i evaluaciju najvažnijih aspekata neke pojave ili fenomena, tako se i u analizi izvora podataka o geografskim nazivima za izradu državne baze podataka, a koji u potpunosti pokrivaju celokupnu državnu teritoriju, moraju analizirati aspekti kvaliteta i utvrditi kvantitativni pokazatelji.

Evaluacija kvaliteta izvora obuhvata analizu svakog pojedinačnog izvora sa aspekta kvaliteta primenjene metodologije i tehnologije prikupljanja geografskih naziva. Na taj način se utvrđuje validnost i pouzdanost svakog toponimskog izvora pojedinačno. Utvrđivanje kvantitativnih pokazatelja izvora podataka zasniva se na utvrđivanju brojnosti prikupljenih geografskih naziva na osnovnim toponimskim izvorima podataka za

izradu državne baze podataka geografskih naziva. Na taj način utvrđuju se kvantitativne performanse baze podataka geografskih naziva kao svojevrsnog informacionog sistema. Količinske performanse toponimskih izvora utvrđuju se prevashodno u odnosu na pojedinačne tematske kategorije geografskih naziva i zbirno za svaki osnovni toponimski izvor koji će biti korišćen za izradu baze podataka geografskih naziva Republike Srbije.

2. TOPOGRAFSKI IZVORI ZA DRŽAVNU BAZU PODATAKA GEOGRAFSKIH NAZIVA

Na osnovu analize stanja toponimskih radova u našoj zemlji, jasno se može utvrditi da celokupnu teritoriju Republike Srbije, kao toponimski izvor za izradu državne baze podataka, jedino pokriva razmerni sistem topografskih, preglednotopografskih i opštegeografskih karata izdanja VGI. S obzirom da Topografska karta razmera 1:25.000 (TK25) pokriva samo nivo mikrotoponima, da bi se pokrio celokupan spektar geografskih naziva, od nivoa najvažnijih mikrotoponima do nivoa najopštijih makrotoponima potrebno je koristiti druge kartografske izvore u okviru tog razmernog sistema: Topografsku kartu 1:50.000 (TK50), Topografsku kartu 1:100.000 (TK100), Topografsku kartu 1:200.000 (TK200), Pregledno-topografsku kartu 1:300.000 (PTK300), Pregledno-topografsku kartu 1:500.000 (PTK500) i Opštegeografsku kartu 1:1.000.000 (OGK1000) (Tatomirović 1999). Najveći broj naziva koji danas egzistira na kartama izdanja VGI prikupljen je tokom topografskog premera i izrade TK25. Prilikom izrade drugog izdanja TK25 prikupljeno je i uneto na kartu dodatnih 10% geografskih naziva u odnosu na njeno prvo izdanje (Nikolić 1999). Njihov broj uvećan je i prilikom izrade trećeg izdanja TK25.

Na osnovu topografskog premera i izrade TK25, VGI je izradio sistem izvedenih topografskih karata: TK50, TK100, TK200, PTK300, PTK500 i OGK1000. U okviru topografskog premera na izradi TK25 izvođeni su ujedno i toponimski radovi na prikupljanju geografskih naziva. Oni su realizovani najpre u toku samog premera direktno na terenu, korišćenjem kartografskih izvora starijeg datuma, zvanične katastarske dokumentacije i intervjuisanjem stanovništva. Nakon uvođenja fotogrametrije u proces premera, toponimski radovi realizovani su u okviru terenske provere sadržaja listova, nakon fotogrametrijske restitucije u birou, po sličnoj metodologiji, kao i u toku klasičnog premera. Tom prilikom je u okviru terenskog topografskog elaborata ustrojena i toponimska dokumentacija, tako da su u okviru elaborata posebno formirane oleate geografskih naziva i karte promene geografskih naziva (VGI 1982). Topografi koji su vršili klasičan premer bili su u relativno povoljnijoj situaciji za prikupljanje geografskih naziva, od topografa koji su na teren išli nakon fotogrametrijske restitucije originala dopune TK25. Geografski nazivi, koje su oni prikupili tom prilikom, su pouzdaniji, jer su se oni znatno duže zadržavali na terenu, te su veću pažnju mogli posvetiti njihovom prikupljanju. Imali su daleko više vremena za intervjuisanje stanovništva i kontakte sa lokalnim katastarskim upravama i lokalnim samoupravama u cilju kvalitetnog rešavanja toponimske problematike. Topografske i preglednotopografske karte koje je izradio VGI, a koje se uzimaju kao relevantni toponimski izvor, urađene su metodologijom kartografske generalizacije i sastavljanja sadržaja, pri čemu se nakon sastavljačko-izdavačkih radova izlazilo na teren u cilju provere autentičnosti kartografski sastavljenog sadržaja. Terenska provera tog sadržaja, realizovana je po sličnoj metodologiji, kao i prilikom terenskih radova na izradi TK25. Tako su toponimski radovi i izrada toponimske dokumentacije u okviru topografskih elaborata tih karata, realizovani identično kao i prilikom izrade TK25. S obzirom da TK25 pokriva samo nivo mikrotoponima, tom prilikom su prikupljeni svi neophodni mezo i makrotoponimi za prostor Republike Srbije.

3. SISTEM TOPONIMSKIH RADOVA NA PRIKUPLJANJU I OBRADI GEOGRAFSKIH NAZIVA

Prilikom prikupljanja geografskih naziva u okviru navedenih topografskih radova, bilo prilikom izrade osnovne TK25, bilo prilikom izrade izvedenih TK i PTK, usvojen je svojevrsan sistem toponimskih radova. U pripreмноj fazi, pre izlaska na teren, u okviru elaborata za svaki list TK i PTK na osnovu Imenika naseljenih mesta i druge šire geografske i statističke literature, sastavljani su spiskovi geografskih naziva za proveru i izrađivane karte promene naziva. Tokom terenskih topografskih radova topograf je vršio proveru tih naziva i nanosio ih na sastavljački original ili original dopune karte u odgovarajuću oleatu promene geografskih naziva. Svi ti topografski radovi imali su i svoju verifikaciju u birou. U okviru procesa korekture topografskih radova u birou vršena je i korektura i verifikacija prikupljenih toponima u okviru topografskih elaborata. Tako utvrđen i realizovan sistem toponimskih radova, prilikom topografskih radova na izradi TK i PTK, obezbedio je kvalitetan i pouzdan toponimski fond sadržan na TK i PTK izdanja VGI.

S obzirom da su nam danas, kao toponimski izvori dostupni u punom obimu jedino listovi najnovijih izdanja karata iz razmernog sistema TK i PTK, te da veliki deo topografskih elaborata nije sačuvan, moramo posvetiti posebnu pažnju i samoj tačnosti prikaza geografskih naziva na njima. Na tačnost prikaza

geografskih naziva na TK i PTK uticale su i kartografsko-reprodukcijске procedure prilikom njihove obrade (u prvo vreme slovoslagački radovi i montaža geografskih naziva, a potom i editovanje geografskih naziva u CAD i GIS softverima), te je i to jedan od razloga da se proveriti kvalitet i vrednost prikupljenih i obrađenih geografskih naziva. Međutim i sa ovog kartografsko-reprodukcijskog aspekta može se ustanoviti postojanje standardizovanog sistema kartografsko-reprodukcijских radova sa više nivoa kontrole kvaliteta. U tehničku kartografsku obradu uzimani su samo verifikovani topografski elaborati, originali dopune i sastavljački originali TK i PTK. Nakon primarne kartografske obrade, pre izrade probnih otisaka listova TK i PTK (otisaka za izdavačku korekturu - OIK), realizovana su dva kruga kartografske korekture i vršene tehničke ispravke kartografski obrađenog sadržaja, pa samim tim i otklanjane greške u tehničkoj obradi geografskih naziva (pogrešni ispisi geografskih naziva, njihove lokacije i sl.). Na kraju pre tiražne štampe, vršena je i korektura OIK, kao treći nivo kontrole kvaliteta u okviru koje su otklanjani i propusti u tehničkoj obradi geografskih naziva koji nisu uočeni u prva dva kruga kartografske korekture. Na osnovu ove analize možemo utvrditi da su kartografsko-reprodukcijске procedure doprinele da se na listovima TK i PTK nađe kvalitetan i pouzdan toponimski fond kao izvor podataka za izradu nacionalne baze podataka geografskih naziva.

Međutim i tako kvalitetni izvori podataka, pre njihovog korišćenja za izradu državne baze podataka geografskih naziva moraju se još jednom proveriti. U cilju te provere kvaliteta prikupljenih i obrađenih geografskih naziva neophodno je sistematsko korišćenje najnovijih imenika naseljenih mesta, šire geografske i statističke literature, kao i angažovanje relevantnih naučnih institucija i eminentnih stručnjaka za toponimiju. Te radove treba sprovesti paralelno sa radovima na standardizaciji geografskih naziva. Za toponimske izvore korišćene u ovom radu izvršena je provera na osnovu zvaničnog Imenika naseljenih mesta Republike Srbije, podataka iz Baze podataka popisa stanovništva po naseljenim mestima Republičkog zavoda za statistiku. Izvršena je i provera generičkih termina u okviru geografskih naziva njihovim upoređivanjem sa rešenjima koja su data u Uputstvu za ispisivanje geografskih naziva i drugih natpisa na kartama izdanja VGI – za nazive na srpskom jeziku i priručnicima za praktičnu transkripciju naziva sa jezika susednih zemalja – za nazive nastale na jezicima nacionalnih manjina na teritorijama gde one žive na prostoru Republike Srbije. Tom prilikom uočeni su samo manji propusti koji su bili rezultat uglavnom kartografsko-reprodukcijске procedure, u smislu pogrešno otkucanih slova u geografskom nazivu ili samo u generičkom terminu.

4. KVANTITATIVNI POKAZATELJI TOPOGRAFSKIH TOPONIMSKIH IZVORA PODATAKA

Utvrđivanje kvantitativnih pokazatelja topografskih izvora podataka zasniva se na utvrđivanju brojnosti prikupljenih geografskih naziva na osnovnim toponimskim izvorima podataka za izradu nacionalne baze podataka geografskih naziva, a to su karte u okviru razmernog sistema VGI: TK25, TK50, TK100, TK200, PTK300, PTK500 i OGK1000. Na osnovu tih karata utvrđuju se količinske performanse državne baze podataka geografskih naziva kao svojevrsnog informacionog sistema. One se utvrđuju prevashodno u odnosu na pojedinačne tematske kategorije geografskih naziva i zbirno za svaki osnovni toponimski izvor koji će biti korišćen za izradu državne baze podataka geografskih naziva Republike Srbije.

Za potrebe ovog rada mogu se prihvatiti za TK25, TK50, TK100 i TK200 utvrđene količinske performanse u okviru studije: "Utvrđivanje broja geografskih naziva na topografskim kartama R 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 i 1:200.000,," koja je u VGI završena 1983. godine, uz ogradu da ovom studijom nisu obuhvaćene promene geografskih naziva nastale prilikom izrade trećeg izdanja TK25. Međutim, s obzirom da za prostor Republike Srbije nije u potpunosti urađeno treće izdanje TK25 (izrađeno za nešto manje od 50%), ovi pokazatelji se mogu uzeti kao relevantni. Sa druge strane za PTK300, PTK500 i OGK1000 izvršeno je utvrđivanje količinskih performansi, odnosno broja geografskih naziva u okviru ovog rada.

Utvrđivanje broja geografskih naziva na svim listovima TK25, TK50, TK100 i TK200 za područje bivše SFRJ izvršeno je prema Kriterijumima za utvrđivanje broja geografskih naziva utvrđenim od strane Uprave VGI 1981. godine koje je lično potpisao general-major dr Miroslav Peterca, tada načelnik VGI i istaknuti jugoslovenski kartograf i toponimista. Tim kriterijumima potencirano je da je podatak o broju geografskih naziva na listovima TK potreban za rešavanje niza praktičnih i naučnih zadataka, a posebno pri izradi raznih toponimskih studija i rešavanja problematike vezane za kvantitativnu popunjenost (opterećenost) listova karte geografskim nazivima. U tom cilju vršeno je utvrđivanje i evidentiranje broja geografskih naziva na listovima TK25, TK50, TK100 i TK200 prema sledećim generalnim kriterijumima (VGI 1983):

- Broj geografskih naziva prikazanih na listovima TK utvrđen je i evidentiran za teritoriju SFRJ po republikama i autonomnim pokrajinama;

- Broj geografskih naziva na listovima TK utvrđen je i evidentiran prema njihovoj klasifikaciji, i to:
 - nazivi naselja i objekata: gradova, varošica, sela, zaselaka, samostalnih domaćinstava, salaša, stanova, torova, železničkih stanica, fabrika, manastira, crkava, svetionika, mostova i drugih objekata koji imaju vlastita imena;
 - nazivi voda i objekata za vodu: mora, morskih kanala, moreuza, prolaza, vrata, tesnaca, zaliva, zatona, luka, uvala, jezera, ribnjaka, bara, blata, ritova, močvara, lokava, ublova, solana, pirinačnih polja, reka, rečica, potoka, sušica, kanala, izvora, česama, bunara, cisterni, crpki, bazena i dr.;
 - nazivi zemljišnih oblika (reljefa zemljišta): planina, brda, pobrđa, grebena, kosa, uzvišenja, prevoja, rtova, klisura, tesnaca, pećina, jama, bezdana i dr.;
 - predeoni nazivi: pokrajina, oblasti, predela, potesa, polja, ostrva, ada, hridi, grebena, plićaka na moru i dr.

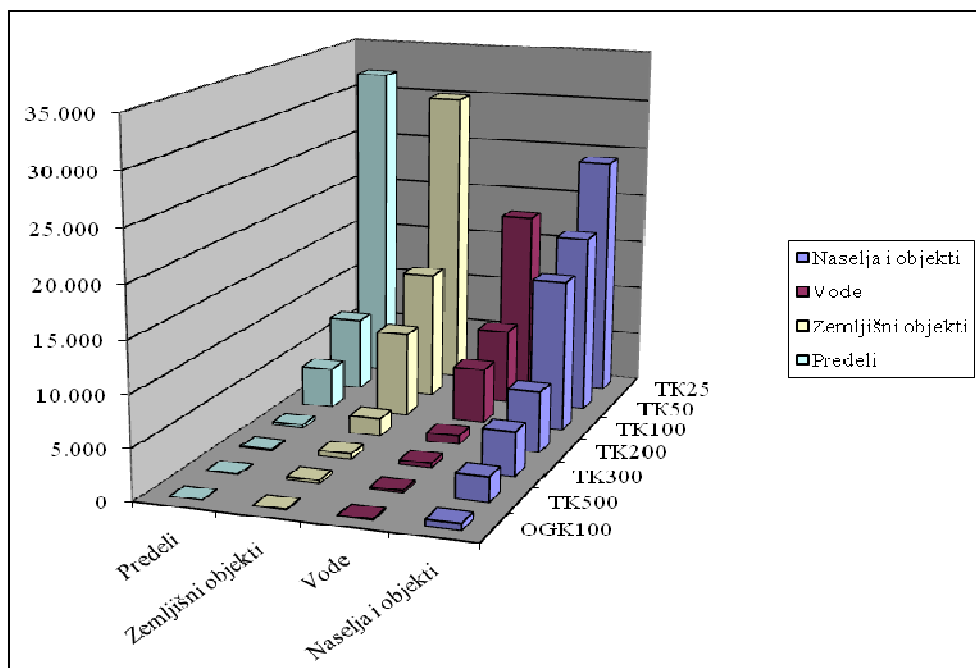
Na kraju procesa utvrđivanja i evidentiranja broja geografskih naziva na svim listovima TK izrađen je elaborat januara 1983. godine. Za potrebe sagledavanja kvantitativnih pokazatelja brojnosti geografskih naziva za teritoriju Republike Srbije na razmernom nizu TK značajna je tabela data u okviru elaborata u obrascu sa zbirnim podacima o utvrđenom broju geografskih naziva za teritoriju Republike Srbije (sa autonomnim pokrajinama).

Kako bi se utvrdio konačan broj geografskih naziva na svim osnovnim topografskim toponimskim izvorima podataka za izradu državne baze podataka geografskih naziva u okviru ovog rada izvršeno je utvrđivanje broja geografskih naziva na PTK300, PTK500 i OGK1000. S obzirom da su geografski nazivi strukturirani kao tematske celine (klasteri) u okviru kreiranih geoprostornih baza podataka Digitalne pregledenotopografske karte 1:300.000 (DPTK300) i Digitalne opštegeografske karte 1:1.000.000 (DOGK1000) utvrđivanje količinskih performansi na ovim kartama izvršeno je korišćenjem upita nad tim podacima u softverskom paketu ArcGIS 9.3, američke firme ESRI. Utvrđivanje broja geografskih naziva na PTK500 vršeno je u istom softverskom paketu, na osnovu preklapanja podataka, odnosno anotacija geografskih naziva sa DPTK300 i DOGK1000. Nazivi koji su prisutni samo na PTK500 naknadno su digitalizovani i samim tim prebrojani. Utvrđivanje broja listova koji pokrivaju prostor Republike Srbije na PTK300, PTK500 i OGK1000 izvršeno je prostornom analizom - preklapanjem areala državne granice i areala u okviru podele na listove navedenih karata.

Kako bi se izvršilo automatsko brojanje geografskih naziva sve anotacije geografskih naziva na DPTK3000, a potom i na DOGK1000, svedene su u četiri kategorije kao i prilikom brojanja geografskih naziva na razmernom nizu TK: naselja i objekti, vode, zemljišni objekti i predeli, a prema kriterijumima koji su važili za brojanje geografskih naziva na razmernom nizu TK. Nakon realizacije brojanja geografskih naziva izrađena je tabela 1 u okviru koje je prikazan utvrđen broj geografskih naziva za teritoriju Republike Srbije na razmernom nizu TK, PTK i OGK. Na osnovu zbirnih podataka o broju geografskih naziva za ceo razmerni niz navedenih karata izdanja VGI (od TK25 do OGK1000) u tabeli 1 izrađen je grafikon 1 sa zbirnim prikazom ukupnog utvrđenog broja geografskih naziva za ceo prostor Republike Srbije.

Tabela 1: Utvrđen broj geografskih naziva za teritoriju Republike Srbije na razmernom nizu TK PTK i OGK

Razmer	Broj listova	Ukupan broj naziva				
		Naselja i objekti	Vode	Zemljišni objekti	Predeli	UKUPNO
TK25	639,91	24.116	17.869	29.919	32.089	103.993
TK50	159,91	17.761	7.457	12.786	7.317	45.321
TK100	39,98	15.029	5.463	8.411	4.031	32.934
TK200	10,00	6.056	844	1.763	344	9.007
PTK300	4,41	4.372	449	531	121	5.473
PTK500	0,72	2.447	230	334	43	3.054
OGK1000	0,33	662	97	68	9	836
UKUPNO	855,3	70.443	32.409	53.812	43.954	200.618



Grafikon 1: Zbirni prikaz broja geografskih naziva na TK, PTK i OGK po tematskim celinama za teritoriju Republike Srbije

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analiziranog sistema toponimskih radova i kvalitativnih pokazatelja topografskih toponimskih izvora može se pouzdano zaključiti da državnu bazu podataka geografskih naziva treba izraditi na osnovu topografskih karata izdanja VGI, pre svih na osnovu TK25, odnosno da njena osnovna rezolucija bude 1:25.000. Podatke o geografskim nazivima potrebno je prikupiti i sa TK i PTK sitnijih razmera, uz korišćenje zvaničnih imenika naseljenih mesta, šire geografske i statističke literature. Nosilac tog posla mogao bi biti VGI, ali je potrebno angažovati i naučne institucije i stručnjake za toponimiju iz cele zemlje.

Analizom kvantitativnih pokazatelja utvrđen je ukupan broj geografskih naziva za prostor Republike Srbije koji su sadržani na razmernom nizu TK PTK i OGK. Ustanovljeno je da će državna baza podataka geografskih naziva sadržati ukupno 200.618 geografskih naziva, odnosno slogova baze podataka, od kojih su najbrojniji geografski nazivi naselja i objekata 70.443, a najmanje brojni geografski nazivi voda 32.409. Na osnovu kvantitativnih pokazatelja utvrđeno je da se državna baza podataka geografskih naziva može izraditi za pet do sedam godina od dana početka radova. U prvih pet godina izvršila bi se digitalizacija svih geografskih naziva na TK25, paralelno sa radovima na izradi Digitalne topografske karte 1:25.000 u okviru kojih bi se izvršila i završna terenska provera digitalizovanih naziva. U naredne dve godine izvršila bi se digitalizacija preostalih geografskih naziva na TK50, TK100 i TK200 i njima pridružili već digitalizovani geografski nazivi na PTK300, PTK500 i OGK1000. U celom tom procesu izvršila bi se normalizacija podataka u cilju otklanjanja eventualne redundanse podataka i realizovali radovi iz oblasti standardizacije geografskih naziva u saradnji sa Komisijom Republike Srbije za standardizaciju geografskih naziva.

LITERATURA

- [1] Vojnogeografski institut. (1982). Uputstvo za ispisivanje geografskih naziva i drugih natpisa na kartama izdanja Vojnogeografskog instituta. Beograd: VGI.
- [2] Vojnogeografski institut. (1983). Utvrđivanje broja geografskih naziva na topografskim kartama R 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 i 1:200.000. (studija). Beograd: VGI.
- [3] Nikolić, D. (1999). Geografski nazivi na kartama Vojnogeografskog instituta. (članak). Zbornik radova VGI broj 9 - 1999. Beograd: VGI. 139-150.
- [4] Tatomirović, S. (2003). Problemi u vezi sa izradom i korišćenjem baze podataka i imenika geografskih naziva. (članak). Zbornik radova VGI broj 11 - 2003. Beograd: VGI. 61-73.



USING GPS & GIS TOOLS TO DETECT CUSTOMER LOCATIONS IN RETAIL INDUSTRY

VERKA JOVANOVIĆ¹ AND DJORDJE N. VUKELIĆ²

¹Faculty of Informatics and Computing, Singidunum University, Belgrade, Serbia.

²iPro Solutions Ltd, Valletta Waterfront, Vault 14, FRN 1914, Malta.

Abstract: Location based services are one of the leading trends in the new developments of the information technology. Their impact could be seen in the different sectors of economy, especially in the retail sector. Very closely connected to the new paradigm of mobility, detecting the customer locations is becoming one of the most important points for any retail industry. Contrary to isolated use of GPS and/or GIS in specific issues related with customer locations and impact to retail industry, there is a need to formulate the integrated approach. Positioning/locating technologies with the communications networks and GIS as synergy integrator would be the elements to formulate the new framework of location based service.

Keywords: GIS, GPS, location, retail, integration, framework.

1. INTRODUCTION

Location plays a key role in determining the type and nature of human activity. Location is correlated with, if not a determinant of consumers' information needs, and product or service choices. In their description of the Where 2.0 conference for 2011, the organizers enroll location as a potential fix for the current economic crisis. As location-aware technologies progress and spread across the globe, the more questions are arising. What can businesses do to stay ahead of the changes? Which technologies are the most efficient and flexible for creating location-aware apps? What does location data tell us about our customers? and how do we use those insights to make money?

Location based services are not merely about location, in this sense, and can be read as technologies of mobility. As Creswell (2010) writes, mobility is "the entanglement of movement, representation, and practice". Physical movement, Creswell continues, is the "raw material" of mobility. Beyond this notion, however, representations of mobility abound. Mobility is thus about the meanings of movement (or the absence of movement) (Creswell, 2011). In this sense, mobility demand the recognition of the spatiality of our worded interactions, despite the ways in which space and time are "tamed", to use Massey (2005), by some methods for measuring movement.

The rise of information technology marks a further enabling of the turning of space into time, while also producing more complex relationships of mobility between the here and there. These geographies of information technology emphasize the ways in which technology imbricates in everyday life. And as mobile-device hardware and software became more sophisticated -- 'smart' -- so did consumer desire for location technology.

2. TECHNOLOGICAL FEASIBILITY AND SOCIALLY ACCEPTABLE OPTIONS OF GIS

GIS's development has been more evolutionary, than revolutionary. It responds to contemporary needs as much as it responds to technical breakthroughs. Planning and management have always required information as the cornerstone. Early information systems relied on physical storage of data and manual processing. With the advent of the computer, most of these data and procedures have been automated. As a result, the focus of GIS has expanded from descriptive inventories to entirely new applications involving prescriptive analysis.

GIS uses spatial-temporal (space-time) location as the key index variable for all other information. Just as a relational database containing text or numbers can relate many different tables using common key index variables, GIS can relate unrelated information by using location as the key index variable. The key is the location and/or extent in space-time.

Any variable that can be located spatially, and increasingly also temporally, can be referenced using a GIS. Locations or extents in Earth space-time may be recorded as dates/times of occurrence, and x, y, and z coordinates representing, longitude, latitude, and elevation, respectively. These GIS coordinates may represent other quantified systems of spatial-temporal reference (for example, film frame number, stream

gage station, highway mile-marker, surveyor benchmark, building address, street intersection, entrance gate, water depth sounding, POS or CAD drawing origin/units). Units applied to recorded temporal-spatial data can vary widely (even when using exactly the same data, see map projections), but all Earth-based spatial-temporal location and extent references should, ideally, be relatable to one another and ultimately to a "real" physical location or extent in space-time. Related by accurate spatial information, an incredible variety of real-world and projected past or future data can be analyzed, interpreted and represented to facilitate education and decision making.

3. COMBINED APPROACH - OUTLINE OF THE NEW FRAMEWORK

The new framework with the holistic approach for locating retail customers would be encapsulating the following: positioning/locating technologies integrated with the communications networks and GIS as the synergy integrator, Figure 2.

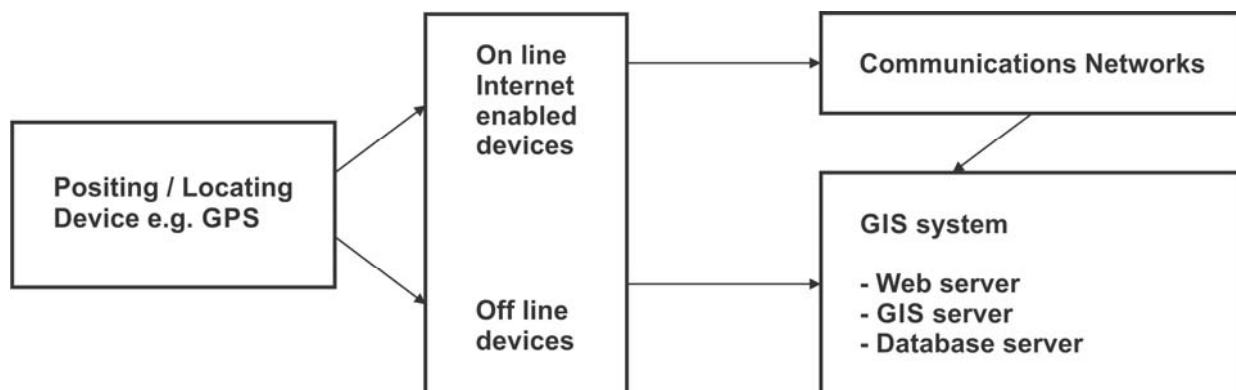


Figure 2: Positioning/locating technologies integrated with the communications networks

The integration of the positioning/locating technologies with the communications networks would need to combine the following technologies: GPS, Cell tower triangulation, A-GPS, Cell I, WPS, Browser-based location, RFID, NFC, Table.1.

Table 1: Positioning/locating technologies features and functions

Positioning /locating technologies	Description
GPS	GPS still remains the most popular and most widely spread positioning technology commercially available today.
Cell tower triangulation	Cell tower triangulation uses the known speed of radio signals (constantly emitted by the mobile phone on UHF frequencies) to calculate the distance from receivers. In geometric terms, by recording the distance of an object from three distinct points, it's possible to calculate the location of that object
A-GPS	Fundamentally, A- GPS tries to address the key inescapable drawback of GPS technology, namely, that a location fix is impossible in most indoor or covered environments. The basic premise of A-GPS is to assist the embedded GPS chip within the handset in securing either a faster or more precise location fix in challenging conditions (such as a weak satellite signal or visibility of only two satellites instead of the required three for a location fix).
Cell ID	Cell ID positioning is accomplished by using the serving cell tower (the tower that a mobile device is communicating with), or the cell, and its known position to find the mobile device's position.
WPS	A key advantage of WPS, indicating they are a must-have for many mobile applications, is that they work indoors where traditionally GPS hasn't been available. This is because GPS positioning requires a line of sight to the satellite. The Wi-Fi positioning software uses 802.11 radio signals emitted from wireless routers to determine the precise location of any Wi-Fi-enabled device (Reardon, 2005).
NFC	NFC is a short-range high frequency wireless communication technology that enables the exchange of data between devices over about a 10 cm distance.

The previous overview of the locating/positioning technologies clearly indicates the different categories of the location information. A *descriptive location* is always related to natural geographic objects like territories, mountains, and lakes, or to man-made geographical objects like borders, cities, countries, roads, buildings, and rooms within a building. A *spatial location* represents a single point in the Euclidean space. It is usually expressed by means of two- or three-dimensional coordinates, which are given as a vector of numbers, each of it fixing the position in one dimension. Topology of a communications network, for example, the Internet or cellular systems like GSM refer to the *network locations*.

Geographic Information System (GIS) is the essential key technologies for fulfilling these tasks. GIS, comparing to "classical" information systems, has unique features, which enables the integration of the different components these feature are:

- Underlying levels of abstraction
- Map Analysis
- Modeling
- Visualization

The upper layer in a GIS, the so-called *geographic data model*, provides a conceptual view of geographic content in terms of units called *features*. A feature represents a *real-world entity*, for example, a building, road, river, country, or city.

The lower layer consists of a *spatial component*, which fixes its location, shape, and topological relationship with other entities, and a *description*, which provides non-spatial information about the entity, for example, the name of a city or road, or the population of a country. Each feature has a well-defined set of operations, which is tailored to the type of real-world entity it represents. The relation, *real-world entity=spatial component+nonspatial information*, enables GIS to be implemented in the different forms and the different level.

Combining GPS, as still leading positing technology, with GIS, as synergy integrator, was the first step towards the new integrated approach, Figure 3. This framework was successfully implemented in Research & Development project "Geocoding in Malta Using Handheld Devices". Two applications were developed: GPS_MT MobileGIS_MT

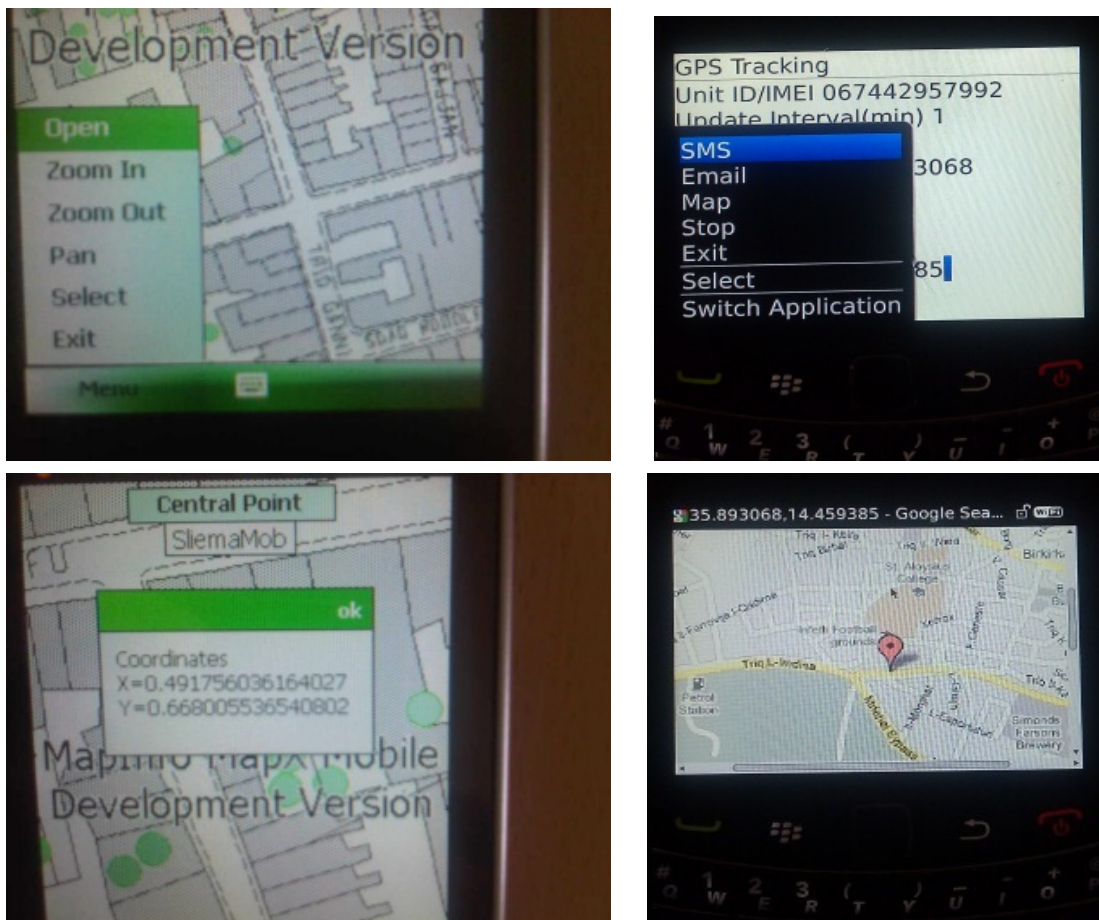


Figure 3: Mobile GIS functions, communication networks (SMS & Email), geocoding using mobile GIS, showing the position on the Google map

The first one, GPS_MT application was build for the smart phones with the following functions:

- Using embedded GPS device
- Send GPS coordinates to server with SMS or Email
- Integration with Google maps

The second application was build for the smart phones with the following extended functions:

- Local storage of electronic base maps of Malta (provided by MEPA)
- Mobile GIS system functionality (using MapInfo MapX component)
- Integration with the functions of the previous application

Comparing to the previous application (GPS_MT), this one (MobileGIS_MT) was able to work in any conditions and without any communication network (Vukelic, 2011).

The complete solution combines the use of GPS, as initial positioning on the base maps, with GIS functions to do very accurate geocoding. However, in the situation of very difficult conditions, where GPS is not working at all, the minimum GIS functions (like select using the attribute value = nearby object, zooming to practically any level, etc), will give the alternative way of geocoding. In both cases, GIS will be the synergy integrator.

GIS with database management have a capability (non-spatial data) to extract and analyze the data from existing Retail system and combine with spatial components (location) - very efficient example of GIS synergy integrator.

GIS as part of the framework, again in the role of synergy integrator, would extract the information about the stock from retail system and once the customer is putting the request to find the item, the system will immediately return the stock quantity with the store location. Mapping this information and mapping the information of the customer location - customer will have the clear indication what is the closest store (and even the shortest way to go there!). Small addition of booking the item sending some message (email, voice) to the store will complete the sale process.

The GIS system in the our framework will be responsible to have the "roof" integration between inventory of different retail systems and Wi-Fi/RFID/NFC which will be location/position technology in the supermarket and shopping center.

Similar, the other retail sectors could benefit with the integration. Points of interest (tourism), taxi services (transport) restaurants (hospitality) could have the integrated solution which will use GPS and GIS solution.

Take the case of the tourist landing the first time at the airport of the big city and having the short time to visit the city (one day, half day...). Using the new framework, customer will have the list of the most important points of interest for that city and the locations of restaurants close to these places. Considering that taxi service enabled system to allow customer to track the completely drive (using GPS) and pay accordingly, customer could decide what is for him the optimum to visit, points of the interest, just restaurant, store, combination. Furthermore, the hearth of GIS is the analytical capability in spatial analysis, viewing complex relationships between data sets and making better decision. An important use of the analysis is the possibility of predicting events in another location and another point of time (Jovanovic, Njegus, 2008).

4. CONCLUSION

The new trends and developments of the information technology have very important or even the critical impact to all spheres of today's economy. Technological mobility, the characteristic of modern world, is changing the traditional meaning of the location and it is opening new horizons in the location based services. Isolated services, which were mainly used to determinate the static type of location/position, will not be sufficient.

All above-mentioned effects are shaping and changing all the sectors in the retail industry. Detect customer location (and understand the value of it) is one of the pre-requisites in the modern retail industry.

The value of the new framework of integrated approach will be, exactly, in combining other positioning/locating technologies with the communications networks where GIS will be synergy integrator on the different levels. The new research and recommendations will be to create the other prototype of the software solutions based on the above-mentioned integrated approach.

REFERENCES

- [1] Creswell, T. (2011). Mobilities II: Still, *Progress in Human Geography*, p. 645-653
- [2] Jovanovic, V., & Njegus, A. (2008). The Application of GIS and its component in Tourism, *Yugoslav Journal of operations research*, Vol.18. No.2, 261-272.
- [3] Massey, D.B. (2005). *Space*, (London: Sage).
- [4] Reardon M. (2005). Wi-Fi used for location services, [online] CNET News, Available from http://news.cnet.com/Wi-Fi-used-for-location-services/2100-7351_3-5754288.html [Accessed 21 March 2013].
- [5] Vukelic, D.J. (2011). Geocoding based of handheld devices. CCSIE 2011, IEEE Conference on Communication, Science & Information Engineering CCSIE 2011, London, UK.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Građevinarstvo



MINIMIZACIJA TRAJANJA PROJEKTA I MAKSIMIZACIJA VREDNOSTI RADOVA FAVORIZOVANIH IZVOĐAČA NA PROJEKTU SA OGRANIČENIM TROŠKOVIMA

MINIMIZATION OF THE PROJECT DURATION AND MAXIMIZATION THE VALUE OF WORKS TO FAVORED CONTRACTORS ON THE PROJECT WITH LIMITED COST

ILIJA NIKOLIĆ¹, ZVONKO BOŽILOVIĆ², NENAD NIKOLIĆ³

¹University Union – Nikola Tesla, Belgrade, ilija.nikolic@fgm.edu.rs

²Company Builder-engineering Ltd., Belgrade, office@graditelj-inzenjering.rs

³IMD METAL CO, Belgrade, nenad.nikolic@gmail.com

Apstrakt: Radom se izlaže jedno proširenje klasičnog problema minimizacije trajanja projekta sa ograničenjem za ukupne troškove (drugi zadatak metoda PERT/COST), kada je svaka aktivnost definisana sa normalnim i usiljenim vremenom, i odgovarajućim troškovima. Smatra se da na projektu ima više učesnika (izvođača radova), tako da svaki od njih može iskazati različite interese: (a) minimizacija ili maksimizacija ukupnog vremena angažovanja, ili/i (b) minimizacija ili maksimizacija ukupnih troškova (vrednost dodeljenih radova). Nastali problem se opisuje višekriterijumskim modelom linearnog programiranja. Proces određivanja skupa pareto-optimalnih rešenja biće prikazan na jednom ilustrativnom primeru sa dva učesnika.

Ključne reči: projekat sa više izvođača, minimizacija trajanja projekta, ograničeni troškovi projekta, maksimizacija troškova izvođača.

Abstract: This papers presents an extension of the well known problem of minimizing the project duration with limited total cost as second problem of method CPM/COST, where each activity is defined by a normal time and a crashing time, and the corresponding costs. It is believed that the project has multiple stakeholders (works performers as contractors) and that each of them can express their interests: (a) the minimization or maximization of the total time of engagement, and/or (b) the minimization or maximization of the total costs (values of awarded works). The resulting problem is described by a multiple criteria linear programming model. The process of determining the set of Pareto-optimal solutions will be presented on illustrative example of the two contractors.

Keywords: Project with several participants, Minimization of project duration, Limited project cost, Maximization of participants cost.

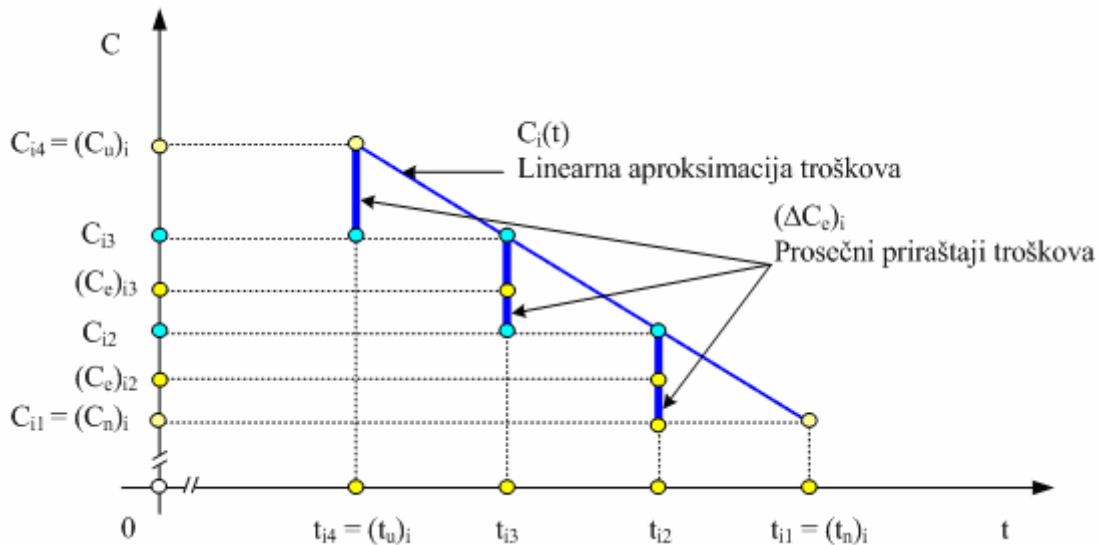
1. UVOD

Upravljanje projektom podrazumeva planiranje i kontrolu obavljanja skupa potrebnih aktivnosti da se ostvari postavljeni cilj ili skup ciljeva. Sa stanovišta analize troškova projekta se izdvajaju slučajevi kada se za aktivnosti mogu definisati normalna i usiljena vremena trajanja sa odgovarajućim troškovima (videti, na primer Hendrickson 2008, Nikolić *i dr.* 1998). Skraćivanje projekta uz minimalne dodatne troškove se vrši za dva problema poznatih kao metod PERT/COST, CPM/COST ili *Crashing Analysis*: (1) minimizirati troškove projekta za dato trajanje projekta, i (2) minimizirati trajanje projekta za date troškove projekta.

Za ove probleme mogu da se razmatraju određeni delovi projektata, kao što su grupe radova odgovarajućih učesnika na projektu. Često su prisutne situacije u praksi da neki učesnici iskazuju svoje parcijalne interese koji mogu da budu međusobno konfliktni, i saglasni ili u suprotnosti sa ciljevima na projektu. Uključivanjem navedenih zahteva učesnika u probleme (1) i (2) nastaju odgovarajući višekriterijumski problemi linernog programiranja (LP). Rešavanje takvih modela se vrši u skladu sa teorijom višekriterijumske optimizacije (videti, na primer Ehrgott 2000, Nikolić i Borović 1996). Mi smo izložili prošireni problema (1), videti Nikolić i Drobnyaković (2013). Ovde razmatramo prošireni problem (2).

2. MATEMATIČKA POSTAVKA PROBLEMA I REŠAVANJE

Neka se razmatra projekat i mrežni dijagram sa aktivnostima u čvorovima (*Even Oriented Network Diagram*) kada aktivnosti imaju zavisnosti *Finish to Start* i indekse iz skupa $I = \{1, \dots, n\}$. U opštem slučaju, aktivnost A_i , $i \in I$, može da ima naredne karakteristike: $(t_n)_i$ - normalno trajanje, $(C_n)_i$ - normalni troškovi za $(t_n)_i$, $(t_u)_i$ - usiljeno ili skraćeno trajanje sa uslovom $(t_u)_i \leq (t_n)_i$ i $(C_u)_i$ - usiljeni troškovi za $(t_u)_i$ sa uslovom $(C_u)_i \geq (C_n)_i$. Poznato je da se stvarni troškovi $(C_s)_i(t)$ za A_i , koji su mahom nelinearna konveksna ili stepenasta funkcija u vremenu t , mogu aproksimirati linearnom funkcijom $C_i(t)$ datom sa (i.1) ili (1.2) (slika1). Cilj je da se zamene vrednosti $(\Delta C_s)_i$ za nejednake stvarne priraštaje troškova u jedinici vremena $t_i \in [(t_u)_i, (t_n)_i]$ datih sa (ii) korišćenjem jednakih prosečnih priraštaja $(\Delta C)_i$ datih sa (iii). Zbir troškova svih aktivnosti A_i daju ukupne troškove projekta $C(t) = \sum_i C_i(t)$ sa $(\Delta C)_i = 0$ za $(C_u)_i = (C_n)_i$.



Slika1. Linearna aproksimacija troškova i prosečni priraštaji troškova u jedinici vremena za A_i

$$C_i(t) = -a_i t + b_i, \quad i \in I, \text{ or} \quad (i.1)$$

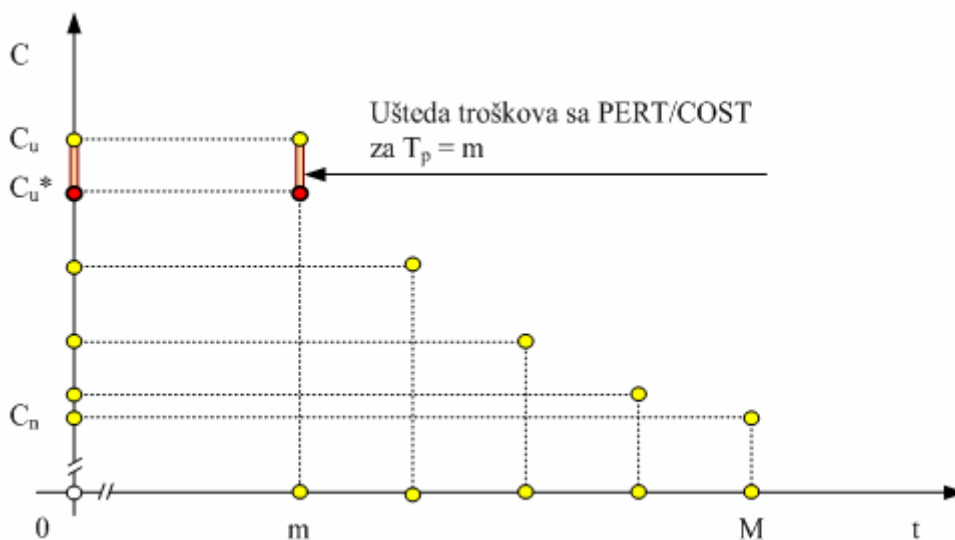
$$C_i(t) = (C_n)_i + (\Delta C)_i ((t_n)_i - t_i), \quad i \in I \quad (i.2)$$

$$(\Delta C_e)_{i,v+1} = \frac{(C_e)_{i,v+1} - (C_e)_{i,v}}{(t_e)_{i,v} - (t_e)_{i,v+1}}, \quad i \in I, \quad v \in 2,3,4 \quad (ii)$$

$$a_i = (\Delta C)_i = \frac{(C_u)_i - (C_n)_i}{(t_n)_i - (t_u)_i}, \quad i \in I \quad (iii)$$

$$b_i = \frac{(C_u)_i (t_n)_i - (C_n)_i (t_u)_i}{(t_n)_i - (t_u)_i}, \quad i \in I. \quad (iv)$$

Analiza vremena sa $(t_n)_i$ određuje normalno trajanje projekta $(T_p)_n = M$ i normalni troškovi projekta iznose $C_n = \sum_i (C_n)_i$. Minimalno trajanje ili usiljeno trajanje $(T_p)_u = m$ za projekat se određuje sa $(t_u)_i$ i usiljeni troškovi iznose $C_u = \sum_i (C_u)_i$. Važi $m < M$ i $C_u > C_n$ (slika2). Metodom CPM/COST se mogu odrediti minimalni troškovi $C_u^* = C^*(m)$ za usiljeno trajanje projekta m kada aktivnosti A_i imaju optimalna vremena $t_i^*(m)$. Naime, polazeći od $(t_n)_i$ se umanjuje trajanje samo kod onih A_i koje obezbeđuju da projekat ima trajanje m , tako da mogu postojati tri grupe aktivnosti: (i) zadržava se $t_i^*(m) = (t_n)_i$, (ii) delimično skraćena vremena $(t_u)_i < t_i^*(m) < (t_n)_i$, i (iii) maksimalno skraćena vremena na $t_i^*(m) = (t_u)_i$. Time nastaje $C_u^* < C_u$. Proizilazi da problem (1) razmatra $C \in [C_u^*, C_n]$, dok problem (2) obuhvata $T_p \in [m, M]$.



Slika2. Rezultati primena metoda PERT/COST na nivou projekta

Dalje razmatranje učesnika na projektu se svodi na izdvajanje podprojekata sa aktivnostima za svakog učesnika. Neka na projektu ima m učesnika B_j , $j \in J = \{1, \dots, m\}$, i svaki B_j obavlja aktivnosti A_i sa $i \in I_j$ gde $I_j \subset I$. Kako jedna A_i pripada samo jednom B_j , skup I se razdvaja na podskupove I_j (važi $\cup I_j = I$). Ovi podskupovi I_j su disjunktni (bez zajedničkih elemenata). Ukupno vreme angažovanja T_j i troškovi C'_j za svakog B_j , $j \in J$, se određuju na osnovu njegovih aktivnosti A_i , $i \in I_j$.

Neka se zahteva da ukupni troškovi projekta ne prelaze granicu C_0 . Naredni matematičkim model LP minimizira trajanje projekta (1.1), optimizira ukupno vreme angažovanja svakog učesnika ili odabranih učesnika (1.2) i optimizira ukupne troškove svakog učesnika ili odabranih učesnika (1.3).

$$\min T(t) = T_p \quad (1.1)$$

$$\text{opt } T_j(t) = \sum_{i \in I_j} t_i, j \in J \quad (1.2)$$

$$\text{opt } C'_j(t) = \sum_{i \in I_j} (C_n)_i + \Delta C_i((t_n)_i - t_i), j \in J \quad (1.3)$$

p.o.

$$x_i = 0, \forall(i), \text{ if } K_i = \emptyset \quad (2)$$

$$x_i \geq y_k, \forall(i), \text{ if } K_i \neq \emptyset \quad (3)$$

$$y_i = x_i + t_i, \forall(i \in I) \quad (4)$$

$$y_i \leq T_p, \forall(i), \text{ if } S_i = \emptyset \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I} (C_n)_i + \Delta C_i((t_n)_i - t_i) \leq C_0 \in [C_u^*(m), C_n), \quad (6)$$

$$(t_u)_i \leq t_i \leq (t_n)_i, \forall(i \in I) \quad (7)$$

$$t_i, x_i, y_i \geq 0, \forall(i \in I) \quad (8)$$

gde: t_i – trajanje A_i , $i \in I$, x_i, y_i – početak i završetak A_i , K_i – skup indeksa aktivnosti od kojih zavisi A_i (prethodne aktivnosti, prethodnice za A_i), $K_i \subset I$, S_i – skup indeksa aktivnosti koje zavise od A_i (naredne aktivnosti, sledbenice za A_i), $S_i \subset I$, T_p – trajanje projekta.

Skup ograničenja (2)–(8) definiše naredne uslove: (2) najranija vremena početaka aktivnosti koje ne zavise od drugih aktivnosti, (3) najranija vremena početaka aktivnosti koje zavise od drugih aktivnosti, (4) najranije vreme završetka svake aktivnosti, (5) najranija vremena završetaka aktivnosti od kojih ne zavise

druge aktivnosti, (6) ukupni troškovi projekta ne veći od zadate granice C_0 koja može da se postavi u intervalu između normalnih troškova projekta i optimalnih troškova za usiljeno trajanje projekta, (7) trajanje svake aktivnosti između njenog usiljenog i normalnog vremena, i (8) prirodna ograničenja za nenegativnost nepoznatih podrazumevajući da važi i $T_p \geq 0$.

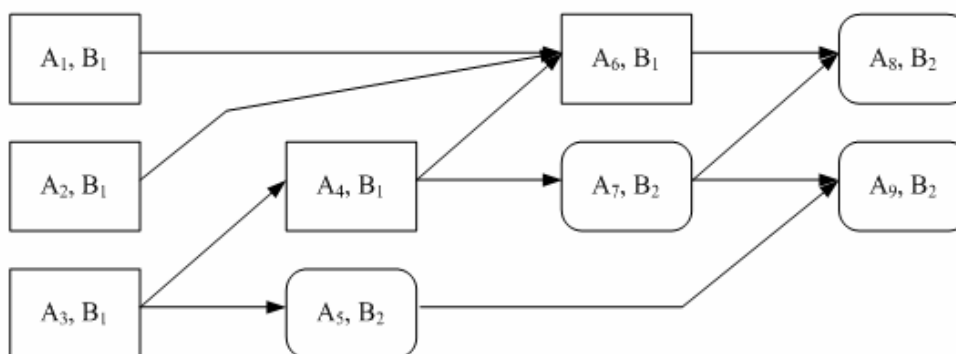
Rešavanje konkretnog višekriterijumskog modela se najjednostavnije vrši prelaskom na jednokriterijumski model: optimizirati jedan najznačajniji kriterijum uz prevođenje ostalih kriterijuma u ograničenja sa odgovarajućim granicama (metod ε -ograničenja). Sa odabranim granicama za značajnije kriterijume se određuju odgovarajuća pareto-optimalna. Između takvih rešenja će se izabrati jedno finalno rešenje za primenu.

3. ILUSTRATIVNI PRIMER

Neka se razmatra projekat sa $n=9$ faza A_i , $i \in I = \{1, \dots, 9\}$, koje obavljaju $m=2$ izvođača B_j , $j \in J = \{1, 2\}$. Pri tome, B_1 je odgovoran za faze $i \in I_1 = \{1, 2, 3, 4, 6\}$ i B_2 za faze $i \in I_2 = \{5, 7, 8, 9\}$. Utvrđeni su potrebni polazni podaci za faze na osnovu podataka za njihove aktivnosti (tabela 1, slika3). Jedinice mere su 'vremenske jedinice' [v.j.] za trajanja i 'novčane jedinice' [n.j.] za troškove.

Tabela 1. Polazni podaci za projekat

Aktivnosti	Prethodnice	Normalno trajanje	Usiljeno trajanje	Normalni troškovi	Usiljeni troškovi	Prosečni priraštaj troškova
i	K_i	$(t_n)_i$	$(t_u)_i$	$(C_n)_i$	$(C_u)_i$	$(\Delta C)_i$
1	-	4	4	14	14	-
2	-	3	2	13	14	1
3	-	5	2	15	24	3
4	3	2	1	12	14	2
5	3	4	2	14	24	5
6	1,2,4	6	3	16	19	1
7	4	3	3	13	13	-
8	6,7	4	2	14	22	4
9	5,7	5	2	15	21	2
Ukupno		36	21	$C_n = 126$	$C_u = 165$	



Slika3. Mrežni dijagram projekta sa $n = 9$ faza A_i i $m = 2$ učesnika B_j

Vremena $(t_n)_i$ za A_i određuju normalno trajanje projekta $M = 17$ [v.j.] sa normalnim troškovima $C_n = 126$ [n.j.] ,pri čemu $C'_1(M) = 70$ [n.j.] za B_1 i $C'_2(M) = 56$ [n.j.] za B_2 . Ukupno trajanje svih faza iznosi $\sum (t_n)_i = 36$ [v.j.] sa $T_1(M) = 20$ [v.j.] za B_1 i $T_2(M) = 16$ [v.j.] za B_2 . Sa $(t_u)_i$ nastaje $m = 9$, $C_u = 165$, $C'_1(m) = 80$, $C'_2(m) = 85$, $\sum (t_u)_i = 21$, $T_1(m) = 12$ i $T_2(m) = 9$. Faze $i = 1, 7$ imaju $(t_u)_i = (t_n)_i$ i $(C_u)_i = (C_n)_i$, te se ne mogu skraćivati.

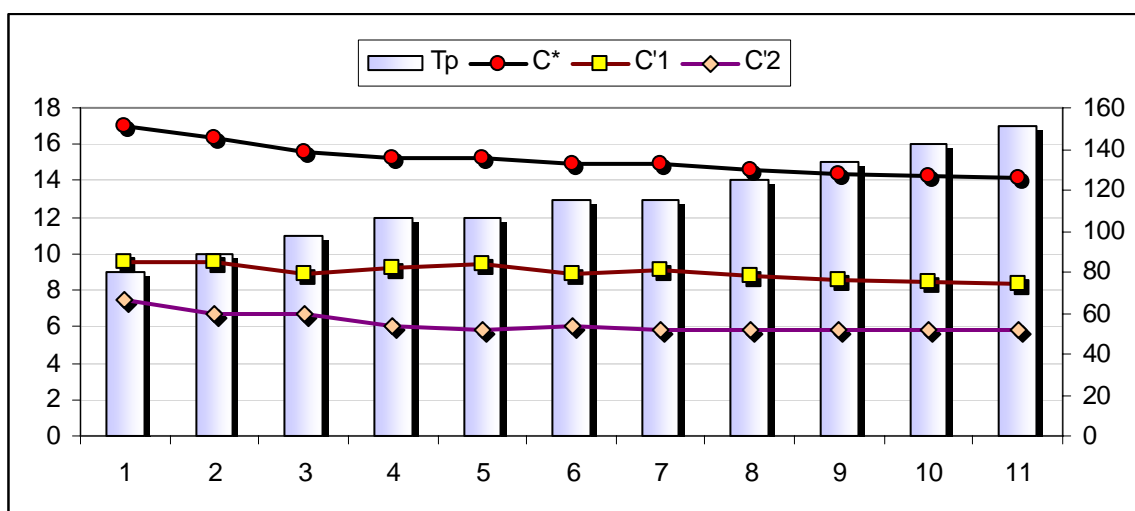
Metodom PERT/COST se za svako celobrojno trajanje projekta $T_p \in [m, M] = [9, 17)$ određuju minimalni ukupni troškovi $C^*(T_p)$ (tabela 2, slika 4). Na osnovu napred definisanog modela (1.1)-(8) je potrebno sačiniti novi model, tako što se: (i) izostave kriterijumi (1.1)-(1.3), (ii) leva strana ograničenja (6) postavi kao

kriterijum $C(t)$, (iii) zadrže ostala ograničenja (2)-(5) i (7)-(8), i (iv) zahtevaju celobrojne vrednosti t_i u (8). Zatim se rešava $M - m = 17 - 9 = 8$ modela minimiziranjem $C(t)$ uz postavljanje odgovarajućih vrednosti T_0 za desnu stranu novog ograničenja (6) oblika $T_p \leq T_0$. Dalje mogu da se odrede ukupna vremena svih faza na projektu i podaci za oba učesnika.

Tabela 2. Minimalni ukupni troškovi projekta C^* kada trajanje projekta iznosi T_p i izvedeni podaci

T_p	9	10	11	12	13	14	15	16	17
C^*	151	145	139	136	133	130	128	127	126
C'_1	85	85	79	82 (84)	79 (81)	78	76	75	74
C'_2	66	60	60	54 (52)	54 (52)	52	52	52	52
$\sum t_i$	25	27	29	30 (31)	31 (32)	33	34	35	36
T_1	14	14	14	15 (15)	16 (16)	17	18	19	20
T_2	11	13	15	15 (16)	15 (16)	16	16	16	16

Napomena: Za $T_p = 12$ i $T_p = 13$ postoje alternativna rešenja sa podacima u zagradama



Slika 4. Minimalni ukupni troškovi za dopustive varijante trajanja projekta i izvedeni troškovi izvođača

Neka je potrebno odrediti plan projekta sa $C \leq C_0 = 140$ i celim brojevima za t_i . Uočava se da ove uslove zadovoljavaju $T_p \in [11, 17]$ i minimalno trajanje projekta iznosi $T_p^*(C_0 = 140) = 11$ sa ukupnim troškovima projekta $C = 139 < C_0 = 140$, $C'_1 = 79$ za B_1 i $C'_2 = 60$ za B_2 . Ako se favorizuje B_2 u smislu da ostvari što veću ukupnu vrednost obavljenih radova, odnosno što veće ukupne troškove, potrebna su nova rešenja. Napred definisani model se svodi na minimiziranje T_p u (1.1) uz ograničenja (2)-(8) sa $C_0 = 140$ u (6). Istovremena maksimizacija ukupnih troškova $C'_2(t)$ za B_2 se vrši posredno, uvođenjem dodatnog ograničenja $C'_2(t) \geq C'_{02}$ i menjanjem C'_{02} . Parametarska analiza za dopustive granice $C'_{02} > 60$ određuje 10 rešenja sa celobrojnim vrednostima t_i i $T_p > 11$ (tabela 3, slika 5).

Na osnovu dalje analize se bira prihvatljivo rešenja i formira odgovarajući plan projecta primenom standardnog softvera za upravljanja projektima (MS Project, Primavera PM i dr.).

4. ZAKLJUČAK

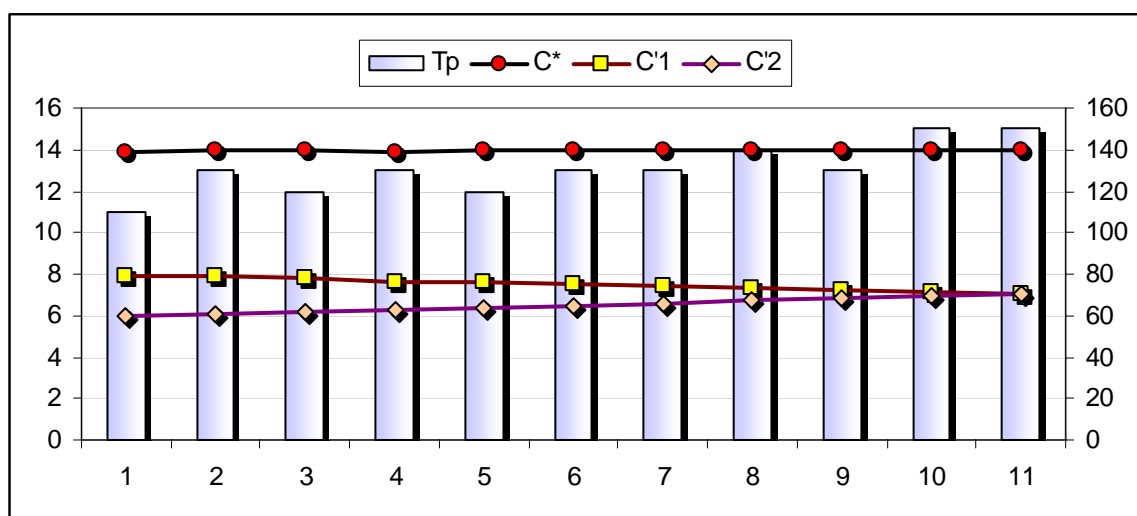
U radu je diskutovan metod PERT/COST sa linearnom aproksimacijom troškova aktivnosti. Dfinisano je jedno proširenje problema 'minimizacijatrajanja projekta za ograničene ukupne troškove', tako štose se za učesnike na odgovarajućim delovima projekta razmatraju troškovi i vremena angažovanja.

Ilustrovano je minimiziranje trajanja projekta sa dva izvođača i maksimiziranje vrednosti radovafavorizovanog izvođača. Izloženi problem jeste od značaja za građevinarstvo.

Dalje je poželjno razmatranje stvarnih troškova aktivnosti i njihovih prirašaja u vremenu kada se vrši potrebno skraćivanje aktivnosti.

Tabela 3. Pareto-optimalna rešenja modela ($\min T_p, \max C'_2$), $C_0 \leq 140$

Granice C'_{02}	Faze $i=1 \div 9$ i vrednosti t_i^*									T_p	C^*	C'_1	C'_2	$\sum t_i$	T_1	T_2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9							
-	4	2	4	1	4	3	3	4	3	11	139	79	60	28	14	14
61	4	2	4	1	3	3	3	4	5	13	140	79	61	29	14	15
62	4	3	4	1	4	3	3	4	2	12	140	78	62	28	15	13
63	4	2	5	1	3	3	3	4	4	13	139	76	63	29	15	14
64	4	2	5	1	4	3	3	3	3	12	140	76	64	28	15	13
65	4	3	5	1	3	3	3	4	3	13	140	75	65	29	16	13
66	4	2	5	2	4	3	3	3	2	13	140	74	66	28	16	12
67	4	3	5	2	3	3	3	4	2	14	140	73	67	29	17	12
68	4	3	5	2	4	4	3	2	3	13	140	72	68	30	18	12
69	4	3	5	2	3	5	3	3	3	15	140	71	69	31	19	12
70	4	3	5	2	4	6	3	2	2	15	140	70	70	31	20	11



Slika 5. Pareto-optimalna rešenja minimizacije T_p i maksimizacije C'_2 za $C_0 \leq 140$

Napomena, Zahvalnost

Prezentovani rad jeste deo rezultata istraživanja na projektu TR-36023 "Nove tendencije projektovanja i upravljanja izgradnjom građevinskih objekata", finansiranom od Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, 2011-2014. Autori izražavaju zahvalnost Ministarstvu na finansijskoj podršci.

LITERATURA

- [1] Hendrickson, C. (2008). Project Management for Construction, Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, <http://pmbook.ce.cmu.edu/> (Chapter 11. Advanced Scheduling Techniques, Part 11.4. Crashing and Time/Cost Tradeoffs).
- [2] Nikolić, I. i drugi (1998). Upravljanje projektima i primena softvera CA-SuperProject 2, Institut za bakar, Bor.
- [3] Ehrgott, M. (2000). Multicriteria optimization – Lecture notes in economics and mathematical systems, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [4] Nikolić, I. i Borović, S. (1996). Višekriterijumska optimizacija – Metode, primena u logistici i softver, Centar vojnih škola, Beograd.
- [5] Nikolić, I. i Drobnjaković, S. (2013). Minimizacija ukupnih troškova za dato trajanje projekta sa optimizacijom troškova ili/i vremena učesnika na projektu, YUPMA 2013, XIV Internacionalni simpozijum iz projektnog menadžmenta, 7-9 juni, Zlatibor, str. 338-343.



MOGUĆNOSTI PRIMENE VEŠTAČKIH NEURALNIH MREŽA U PROCESU VIŠEKRITERIJUMSKOG ODLUČIVANJA U GRAĐEVINARSTVU

POSSIBLE APPLICATIONS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING IN CIVIL ENGINEERING

LJUBO MARKOVIĆ¹, LJILJANA MILIĆ MARKOVIĆ², VELIMIR DUTINA³

¹ Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, ljubo.markovic@pr.ac.rs

² KBV Datacom, Beograd, ljiljana.markovic@kbvdatacom.rs

³ Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, velimir.dutina@pr.ac.rs

Rezime: U ovom radu razmatrano je rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja primenom Hopfildove mreže koja pripada klasi veštačkih neuralnih mreža. Definisan je generalan postupak zasnovan na primeni Hopfildove mreže. Korišćenjem modela zasnovanog na Hopfildovoj autoasocijativnoj memoriji definisani postupak je primenjen za rešavanje konkretnog problema izbora najboljeg varijantog rešenja trase magistralnog gasovoda.

Ključne reči: Višekriterijumsko odlučivanje, Hopfildove mreže, autoasocijativna memorija.

Abstract: The paper deals with the multi-criteria decision making using Hopfield network which belongs to a class of artificial neural networks. The general procedure has been defined based on the application of Hopfield network. By using the model based on Hopfield auto-associative memory, the defined procedure has been applied for solving a specific problem, which is to select the best variant solution of the route of gas trunk line.

Keywords: multi-criteria decision making, Hopfield networks, auto-associative memory

1. UVOD

Sve složeniji uslovi poslovanja zahtevaju višekriterijumski pristup pri donošenju poslovnih odluka. Ovakav pristup omogućava objektivno poređenje ponuđenih alternativa u uslovima kada postoji prisustvo višestrukih i najčešće međusobno konfliktnih kriterijuma. Razvoj višekriterijumskog odlučivanja blisko je povezan sa razvojem računarske tehnologije. Imajući u vidu veliki broj elemenata koji podrazumevaju promenljive veličine, funkcije i parametre koji su sastavni deo mnogih odluka, računarska podrška donošenju odluka omogućila je sprovođenje sistemskih analiza višekriterijumskih problema.

U građevinarstvu kao izuzetno kompleksnoj oblasti, u kojoj su angažovana znatna materijalna sredstva, ljudstvo i mehanizacija, korišćenjem metoda višekriterijumskog odlučivanja mogu se ostvariti veoma značajne finansijske i vremenske uštede. U procesu višekriterijumskog odlučivanja, osim klasičnih (SAW, AHP, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE, VIKOR) i fazi metoda (Grubi Skupovi) za rešavanje određenih zadataka mogu se koristiti i veštačke neuralne mreže (Artificial Neural Networks).

2. VEŠTAČKE NEURALNE MREŽE

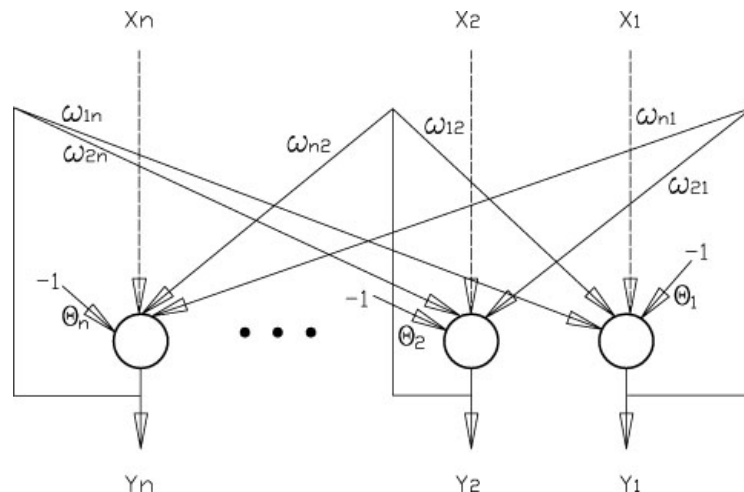
Veštačke neuralne mreže predstavljaju jednu od metoda veštačke inteligencije. Umesto što konceptualizuju problem u matematičkoj formi, neuralne mreže koriste principe biološkog nervnog sistema (ljudskog mozga), kako bi razvile strategiju procesiranja podataka. Sastavljene su iz velikog broja međusobno paralelno povezanih elemenata (čvorova, neurona) u strukture određenog oblika. Neuralne mreže se ne programiraju da bi izvršile određeni zadatak. Osnovni uslov za korišćenje veštačkih neuralnih mreža je postojanje baze istorijskih podataka, budući da se na osnovu tog znanja neuralne mreže "uče" i osposobljavaju za donošenje odluka u novim situacijama.

Iako počeci razvoja neuralnih mreža ne sežu daleko u prošlost, metode izgrađene na njima nalaze široku primenu, kako u društvenim, tako i u tehničkim naukama. Primena u građevinarstvu vezana je za zadatke predviđanja i klasifikacije. Uspešnost neuralnih mreža u obavljanju ovih funkcija kvalifikuje ih kao izuzetno sredstvo višekriterijumske analize. U zavisnosti od problema koji se razmatra moguće je koristiti različite

tipove mreža (mreže sa propagiranjem greške unazad, mreže sa radijalnim baznim funkcijama, Hopfildove mreže, Bidirekciona asocijativna memorija). U daljem radu prikazana je primena Hopfildove mreže koja se koristi u rešavanju problema klasifikacije kod višekriterijumskog odlučivanja.

Hopfildova mreža

Hopfildova mreža pripada tipu jednoslojnih rekurentnih mreža koja se koristi za realizaciju nelinearne asocijativne memorije tj. memorije adresirane sadržajem. Asocijativna memorija je važno sredstvo za inteligentno ponašanje (Filipović 2004). Ako se uzorak pronade u memoriji na osnovu dovoljno sličnog uzorka predstavljenog mreži, tada se memorija zove autoasocijativna. Ukoliko ulazni i izlazni uzorak imaju potpuno različiti smisao memorija se naziva heteroasocijativna memorija (Nikolić, Litovski 2003).



Slika 1: Hopfildova mreža

Pored mogućnosti adresiranja sadržajem Hopfildova neuralna mreža ima svojstvo ispravljanja grešaka (uprkos prisustvu pogrešnih podataka na ulazu mreže na izlazu možemo dobiti tačnu informaciju). Hopfildova neuralna mreža nema fazu obučavanja, već se sinaptičke težine mogu odrediti računskim putem.

Hopfildova neuralna mreža ima i nedostatke. Prvi je da mreža nije apsolutno stabilna. Mera stabilnosti mreže je odnos signal-šum (Haykin 1993). Odnos signal-šum je:

$$\rho = N / (p - 1) \quad (1)$$

gde je:

p - broj stabilnih stanja

N - broj neurona.

Mreža će biti stabilna samo ako je odnos signal-šum veliki. Sve dok mreža nije preopterećena, tj sve dok je broj stabilnih stanja ρ mali u poređenju sa brojem neurona N mreža je stabilna.

Pored potencijalne nestabilnosti Hopfildova neuralna mreža ima svojstvo da je komplement stabilnog stanja takođe stabilno stanje. Linearna kombinacija neparnog broja željenih stabilnih stanja je stabilno stanje, ali se ovaj fenomen javlja kod mreža sa velikim brojem neurona. To je posledica simetrije mreže. Ova dva fenomena degradiraju efikasnost Hopfildove mreže za realizaciju memorije adresirane sadržajem.

Važan parametar mreže je njen kapacitet, odnosno koliki broj stabilnih stanja mreža može da ima, a da pri tome odziv mreže ima zadovoljavajuću tačnost. Da bi mreža bila u stanju da ispravan odziv sa odgovarajućom tačnošću na osnovu (Haykin 1993) potrebno je da je:

$$\rho_{min} = 2 \ln(N) \quad (2)$$

tako da je maksimalni kapacitet mreže:

$$\rho_{max} = N / \rho_{min}$$

$$\text{tj. } \rho_{max} = N / 2 \ln(N) \quad (3)$$

Ukoliko želimo da je verovatnoća ispravnog odziva 99% dobija se strožiji uslov za maksimalni kapacitet mreže ρ_{max} tj.

$$\rho_{max} = N / 4 \ln(N) \quad (4)$$

Bez obzira koji od dva navedena uslova za određivanje maksimalnog kapaciteta koristimo, moramo održavati broj stabilnih stanja dovoljno malim da važe navedene relacije za određivanje p_{max} . Ovo značajno ograničava efikasnost Hopfildove mreže.

Za realizaciju Hopfildove mreže osnovna procesna jedinica je neuron. On ima dva stanja zavisno od aktivacionog potencijala koji deluje na njega. U “aktivnom” stanju izlazna vrednost neurona i je $s_i = +1$, dok je u “isključenom” stanju izlazna vrednost $s_i = -1$. Za mrežu od N neurona, stanje mreže je određeno vektorom $s = [s_1, s_2, \dots, s_n]^T$. Kako stanje neurona ima dve vrednosti $s = \pm 1$ potreban je jedan informacioni bit za njegovo pamćenje, a za neuronsku mrežu sa N neurona potrebna je informaciona reč od N bitova koja su predstavljena vektorom dimenzija $N \times 1$. Veza neurona i i j modeluje se sinaptičkom težinom w_{ij} , koja predstavlja uticaj izlaza neurona i na aktivacioni potencijal neurona j . Uticaj može biti pozitivan (ekscitaciona sinapsa) ili negativan (inhibitorna sinapsa). Potencijal v_j koji deluje na neuron j je superpozicija svih potencijala koji deluju na njega. Važi sledeća relacija:

$$v_j = \sum_{i=1}^N w_{ji} s_i - \theta_j \quad (5)$$

gde je θ_j prag neurona j . Neuron j menja stanje prema sledecem pravilu:

$$s_j = \begin{cases} 1 & \text{za } v_j > 0 \\ -1 & \text{za } v_j < 0 \end{cases} \quad (6)$$

Postoje dve faze u radu Hopfildove mreže: faza učenja i faza pribavljanja informacije.

Faza učenja

Pretpostavimo da želimo da zapamtimo skup od p N -dimenzionalnih vektora (binarnih reči) datih sa $S = \{ \xi_1, \xi_2, \dots, \xi_p; p = 1, 2, \dots, p \}$. Ovih p vektora predstavljaju memoriju, koja će biti “sadržana” u mreži. Neka $\xi_{\mu,i}$ označava i -ti element stabilnog stanja ξ_{μ} . Prema generalizaciji Hebovog postulata učenja (Haykin 1993) sinaptičke težine su definisane sa:

$$w_{ji} = \frac{1}{N} \sum_{\mu=1}^p \xi_{\mu,j} \xi_{\mu,i} \quad (7)$$

Relacija za matricu sinaptičkih težina glasi:

$$W = \frac{1}{N} \sum_{\mu=1}^p \xi_{\mu} \xi_{\mu}^T - \frac{P}{N} \quad (8)$$

Matrica sinaptičkih težina je simetrična matrica $W = W^T$, tj. izlaz svakog neurona se vodi na ulaz svih ostalih osim na sopstveni.

Faza pribavljanja informacije

Za vreme ove faze dovodimo N dimenzionalni vektor x na ulaz mreže koji predstavlja početno stanje mreže. Mreža menja stanje dinamički prema pravilu da svaki neuron slučajno ali sa određenom frekvencijom ispituje svoj aktivacioni potencijal i saglasno njegovoj vrednosti ažurira svoje stanje. Ažuriranje stanja iz iteracije u iteraciju je determinističko, ali je selekcija neurona koji vrši ažuriranje slučajna. Ažuriranje se vrši sve dok mreža ne dođe u stabilno stanje tj. vremenski invarijantno stanje, odnosno ako se zadovolji relacija

$$x = \text{sgn}(Wx - \theta) \quad (9)$$

Ovakav način ažuriranja se zove asinhron. Sinhroni model koristi istu matricu sinaptičkih težina kao i Hopfildov model, dok se promene stanja ažiriraju sinhrono. Razlika u načinu ažuriranja ima uticaj na broj iteracija potrebnih da mreža pređe u stabilno stanje. Hopfildove mreže su pogodne za primenu u slučajevima kada imamo veliki broj kriterijuma i veliki broj karakteristika alternativa, pri čemu su informacije o pojedinačnim karakteristikama ili kriterijumskim funkcijama nepotpune. U tim slučajevima koristeći znanje eksperata vrši se modelovanje vrednosti karakteristika alternativa i vrednosti njihovih kriterijumskih funkcija binarnim vrednostima (0 i 1 , odnosno, -1 i 1). Generalno, postupak primene Hopfildove mreže odvija se sledecim postupkom:

- Definiše se skup relevantnih kriterijuma K na osnovu kojih se vrednuju alternative

$$K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$$

- Definišu se referentni vektori. U ovom modelu referentni vektori definišu se preko jednog vektora čije vrednosti, u teoretskom smislu, predstavljaju stabilna stanja mreže. Kod problema višekriterijumskog odlučivanja vrednosti ovih vektora mogu predstavljati vrednosti kriterijumskih funkcija ili vrednosti karakteristika alternativa. Ukupan broj referentnih vektora i njihove vrednosti zavise od tipa problema (što je veći broj karakteristika alternativa i kriterijuma za njihovo vrednovanje, to je moguće definisati i veći broj referentnih vektora).

- Dizajnira se mreža - određuju se težinski koeficijenti mreže na bazi vrednosti referentnih vektora. Broj čvorova u mreži treba da odgovara broju kriterijumskih funkcija. Na ovaj način mreža je dizajnirana i spremna je za primenu. Koristi se Hebbovo pravilo učenja za izračunavanje sinaptičkih težina (w_{ji}) u mreži:

$$w_{ji} = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^P \xi_{aj} \xi_{ip}$$

- Pristupa se postupku iniciranja mreže propuštanjem pojedinačnih vektora iz zadatog skupa novih ulaznih vektora (X):

$$x_j(0) = \xi_{startj}, \quad j=1, \dots, N$$

$x_j(0)$ - stanje neurona u trenutku $t=0$

ξ_{startj} - j-ti element početnog vektora ξ_{start}

Mreža započinje iterativni postupak i posle određenog broja iteracija konvergira ka najbližijem referentnom vektoru koji za definisani model predstavlja višedimenzionalnu ocenu posmatrane alternative:

$$x_j(t+1) = \text{stgn}(\sum_{i=1}^N w_{ji} x_i(t) + b_j), \quad j=1, 2, \dots, N$$

Postupak se ponavlja za sve alternative iz zadatog skupa. Kao rezultat dobija se odgovarajući skup referentnih vektora (alternativa):

$$Y=(x_{ref})$$

- Po završetku postupka, bira se najbolja alternativa – alternativa kojoj odgovara referentni vektor sa najvišom propisanom skalarnom ili kvalitativnom ocenom. Ukoliko imamo više takvih alternativa, uvode se dodatni uslovi (kriterijumi) ili se koristi preferencija eksperata.

3. PRIMER

Za potrebe izbora optimalne varijante prelaza magistralnog gasovoda MG-04 ispod reke Dunav kod Beške, treba izvršiti vrednovanje 32 predložena varijantna rešenja na osnovu devet kriterijumskih funkcija (Tabela1).

Tabela 1: Opis kriterijumskih funkcija za izbor najboljeg varijantnog rešenja prelaza deonice magistralnog gasovoda MG-04 ispod Dunava kod Beške

R.broj kriterijuma	Opis kriterijumskih funkcija
1	Vrednost investicionog ulaganja
2	Troškovi eksploatacije
3	Vreme izgradnje objekta
4	Uticao budućih objekata na gasovod
5	Pogodnost lokacije prelaza i projektni uslovi
6	Geomehanički, hidrološko-hidraulički i psamološki uticaji
7	Uticao gasovoda na životnu sredinu
8	Uticao na vodni saobraćaj
9	Sigurnost funkcionisanja

U cilju donošenja odluke za izbor optimalne varijante K. Golić je u svojoj doktorskoj disertaciji (Golić 2007) predložila postupak rešavanja koji se zasniva na primeni Hopfieldove autoasocijativne memorije. U prvom koraku, uzimajući u obzir karakteristike Hopfieldove autoasocijativne memorije izvršeno je “sužavanje” posmatranog skupa alternativa na skup “najboljih” alternativa, dok su “složeni” kriterijumi definisani na početku, rasčlanjeni na određeni broj “prostih”, tako da se u proračun ušlo sa 11 alternativa $\{A_1, A_5, A_6, A_9, A_{13}, A_{14}, A_{17}, A_{21}, A_{22}, A_{29}, A_{30}\}$ i 19 kriterijuma (Tabela 2).

Tabela 2: Opis kriterijumskih funkcija i prikaz vrednosti istih za određeni broj alternativnih rešenja

R.b	Opis kriterijuma	Alternativa br.1	Alternativa br.2	Alternativa br.3	Alternativa br.4
1	Troškovi mašinskog dela	84894404	1.08E+08	98376892	1.14E+08
2	Troškovi niskogradnje	37730845	37306244	29513067	42923066
3	Troškovi hidrograđevinskog dela	28298134	33161106	29513067	33384607
4	Troškovi elektrotehničkog dela	28298134	29015968	29513067	33384607
5	Troškovi merenja regulacije	9432711	10362846	9837689	14307689
6	Fiksni troškovi održavanja	280000	288000	272000	350000
7	Povremeni troškovi održavanja	120000	112000	128000	150000
8	Vreme za izvođenje mašinskih radova	12	13	13.5	13.5
9	Vreme za izvođenje radova niskogradnje	4.8	4.8	4.7	5.4
10	Vreme za izvođenje hidrograđevinskih radova	3.6	2.6	3.9	4.05
11	Vreme za izvođenje elektrotehničkih radova	3.6	3.6	3.9	4.05
12	Uticao postojećih objekata na alternativno rešenje	1	1	5	3
13	Pogodnost lokacije prelaza i projektni uslovi	2	3	4	5
14	Geomehanički uticaj	2	4	5	5
15	Hidrološki uticaj	2	4	5	5
16	Psamološki uticaj	2	4	5	5
17	Uticaj na životnu sredinu	2	4	4	5
18	Uticaj na vodni saobraćaj	5	5	5	5
19	Sigurnost funkcionisanja	3	3	3	3

U skladu sa tim, na bazi ekspertske procene modifikovane su i vrednosti kriterijuma koji se koriste. Određen je maksimalan broj od 4 referentna vektora i definisane su njihove granične vrednosti (najbolji i najlošiji). Vrednosti referentnog vektora ocenjenog kao "najbolji" usvojene su tako da zadovoljavaju sve kriterijume, a vrednosti referentnog vektora ocenjenog kao "najlošiji" usvojene su tako da ne zadovoljavaju ni jedan kriterijum. Nakon definisanja referentnih vektora, koristeći gotov program za Hopfildove mreže u programskom paketu Matlab 6.5, na bazi vrednosti referentnih vektora, prišlo se određivanju težinskih koeficijenata mreže (Tabela 3). Prilikom proračuna matrica težina, najpre je izvršena normalizacija njihovih vrednosti na vrednost $[-1,1]$.

Nakon sprovedenih proračuna primenom predložene metodologije došlo se do rezultata da je najbolja alternativa broj 13 (Tabela 4). Radi kontrole dobijenog rezultata, izvršena je uporedna analiza sa rezultatima dobijenim primenom metoda višekriterijumskog kompromisnog rangiranja i metoda grubih skupova koje su za isti problem uradili Ž. Prašćević i G. Čirović (Prašćević, Čirović 2003). Rezultati analize ukazali su da postoji veoma dobro slaganje rezultata dobijenih primenom Hopfildove autoasocijativne memorije i rezultata dobijenih primenom druge dve metode.

4. ZAKLJUČAK

Problem višekriterijumskog odlučivanja predstavlja veoma važan segment odlučivanja u građevinarstvu. Osim klasičnih i fazi metoda višekriterijumskog odlučivanja, određeni tipovi problema iz ove klase mogu se rešavati i primenom veštačkih neuralnih mreža. Veštačke neuralne mreže su relativno nov koncept u analizi podataka i predstavljaju robusan alat prilagođen za primenu u situacijama neizvesnosti i nepotpunosti podataka. Značajna osobina neuralnih mreža vezana je za njihovu sposobnost generalizacije, tj. davanja zadovoljavajuće vrednosti outputa i kada neke ulazne vrednosti nisu poznate. Pored toga, neuralne mreže, za razliku od standardnih metoda višekriterijumske analize, nemaju problem sa nelinearnom međuzavisnosti između zavisne i nezavisnih promenljivih. Neuralne mreže poseduju sposobnost da uče na primerima. Kada je mreža "naučena" ili utrenirana, može davati izlaze za vrednosti ulaza koje joj zadajemo. Primena koncepta

neuralnih mreža u višekriterijumskoj analizi suštinski se razlikuje od primene ostalih tehnika, poput višestruke regresije, diskriminacione analize itd.

Tabela 3: Prikaz vrednosti referentnih vektora i težinskih koeficijenata kriterijuma

R.b.	Opis kriterijuma	Težine kriterijuma	Referentni vektor br.1	Referentni vektor br.2	Referentni vektor br.3	Referentni vektor br.4
1	Troškovi mašinskog dela	0.1075	-1	-1	1	1
2	Troškovi niskogradnje	0.1075	-1	-1	1	1
3	Troškovi hidrograđevinskog dela	0.1075	-1	-1	1	1
4	Troškovi elektrotehničkog dela	0.1075	-1	-1	1	1
5	Troškovi merenja regulacije	0.1075	-1	-1	1	1
6	Fiksni troškovi održavanja	0.0358	-1	1	-1	1
7	Povremeni troškovi održavanja	0.0358	-1	1	-1	1
8	Vreme za izvođenje mašinskih radova	0.0538	-1	-1	1	1
9	Vreme za izvođenje radova niskogradnje	0.0538	-1	-1	1	1
10	Vreme za izvođenje hidrograđevinskih radova	0.0538	-1	1	-1	1
11	Vreme za izvođenje elektrotehničkih radova	0.0538	-1	1	-1	1
12	Uticao postojećih objekata na alternativno rešenje	0.0072	-1	1	-1	1
13	Pogodnost lokacije prelaza i projektni uslovi	0.0072	-1	1	-1	1
14	Geomehanički uticaj	0.0251	-1	1	-1	1
15	Hidrološki uticaj	0.0072	-1	1	-1	1
16	Psamološki uticaj	0.0072	-1	1	-1	1
17	Uticaj na životnu sredinu	0.0072	-1	1	-1	1
18	Uticaj na vodni saobraćaj	0.0072	-1	1	-1	1
19	Sigurnost funkcionisanja	0.1075	1	1	-1	-1

Neuralne mreže i metode izgrađene na njima nalaze na široku primenu u građevinarstvu. Primena je uglavnom vezana za predviđanje budućih vrednosti koje se posmatraju i u svrhu klasifikacije. Uspešnost neuralnih mreža u obavljanju ove dve funkcije kvalifikuje ih kao izuzetno sredstvo višekriterijumskog odlučivanja. Za rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja, u radu je ukazano na mogućnosti korišćenja Hopfildove mreže. Dat je generalni postupak korišćenja, a kroz konkretan primer iz prakse prikazan je model baziran na Hopfildovoj autoasocijativnoj memoriji koji se koristi u slučaju kada se poređenje vrši na osnovu velikog broja kriterijuma ili karakteristika.

LITERATURA:

- [1] Filipović, M. (2004). *Stabilnost Hopfildove neuronske mreže*, Seminarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb.
- [2] Golić, K. (2007). *Planiranje resursa u građevinarstvu primenom veštačkih neuronskih mreža i integriranih fazi neuronskih sistema*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd.
- [3] Haykin, S. (1994). *Neural networks*, Macmillan College Publishing Company.
- [4] Nikolić, M. & Litovski, V. (2003). *Cmos implementacija Hopfildove neuronske mreže*, Zbornik radova XLVII Konferencija ETRAN, Herceg Novi, 8-13 juna 2003, tom I.

- [5] Prašević, Ž., Čirović, G.; *Studija za izbor optimalne varijante prelaza magistralnog gasovoda MG-04 ispod reke Dunav kod Beške*, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd, 2003.

ONE PROCEDURE OF FUZZY AHP BASED ON EIGENVALUES

NATAŠA PRAŠČEVIĆ¹, ŽIVOJIN PRAŠČEVIĆ²,

¹ Građevinski fakultet, Beograd, natasa@grf.rs

² Akademija inženjerskih nauka Srbije, zbprascevic@gmail.com

Abstract: One procedure of fuzzy AHP that is based on eigenvalues is presented in this paper. According to expected values of fuzzy numbers, one method for determination of fuzzy eigenvalues and eigenvectors is proposed and used in the method. According to this procedure, corresponding computer program is written out, which is used in solving several problems in practice.

Keywords: Fuzzy AHP, Eigenvalues, Multicriteria decision making, Construction industry.

1. INTRODUCTION

The Analytic Hierarchy Process (AHP) for choosing factors that are important for decision making (DM) was proposed by Thomas Saaty (1980). This is one of the useful methods in multi criteria decision making (MCDM), which has found wide application in many areas of activities. There is a huge number of references about AHP. In this process factors are selected and formulated in a hierarchy structure descending from one overall goal to criteria and alternatives, as it shown in Fig. 1.

Each level may represent different factors (economical, technical, social, etc.) that are evaluated by experts. It provides an overall view of the complex relationships inherent in a considered situation. It helps the decision maker to assess whether the issues in each level are the same order of magnitude, so he can compare such homogeneous elements accurately. As Saaty (1980) emphasises, “the most effective way to concentrate judgments is to take a pair of elements and compare them on a single property without concern for other properties or other elements.

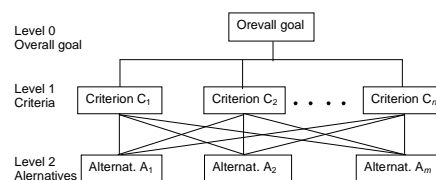


Figure 1: Hierarchical levels

Elements that have a global character are represented at the higher levels of the hierarchy. The fundamental approach of AHP is to decompose a “big” problem into several smaller problems that are solved separately to determine their priority vectors. According to these values of the separate priority vectors, the final priority vector of the alternatives is calculated taking into account relationships between hierarchy levels (Saaty, 1980,1990).

2. NONFUZZY AHP

In the first Saaty's works is proposed and developed AHP with nonfuzzy (crisp) data on several levels and many other authors have used this procedure to solve different problems of decision making. In this paper is considered the problem of multicriteria decision making in which given alternatives A_1, A_2, \dots, A_m are ranked for prescribed criteria C_1, C_2, \dots, C_n . One model with three levels for solving these problems is shown in Figure 1. Level 0 is related to the overall goal, which includes ranking of alternatives and determination of the best or most appropriate alternative. Level 1 encompasses prescribed criteria and level 2 contains alternatives that are related to these criteria. Unlike of other methods of multicriteria decision making, relative weights w_i of factors F_i ($i = 1, 2, \dots, k$), which in this case are criteria or alternatives, are compared in dependence on corresponding level. These weights are assessed usually by the decision making team. According to these values is determined the *priority matrix* $\mathbf{F} = [f_{ij}]_{k \times k}$ with elements

$$f_{ij} = w_i/w_j, \quad i=1,2,\dots,k; \quad j=1,2,\dots,k. \quad (1)$$

where w_i and w_j are *weights* of corresponding criteria C_i and C_j . This matrix is known as a *reciprocal matrix*, since it has positive entries everywhere *and* satisfies the reciprocal property

$$f_{ij} = 1/f_{ji}, \quad i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, k. \quad (2)$$

This matrix is *consistent*, because the following conditions are satisfied

$$f_{jp} = f_{ip}/f_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, k; p = 1, 2, \dots, k.$$

According to Saaty (1980), necessary and sufficient condition for consistency is that the principal eigenvalue λ_{\max} of matrix \mathbf{F} , for the eigenvalue problem

$$\mathbf{F} \mathbf{w} = k\mathbf{w} \quad (3)$$

Has value $\lambda_{\max} = k$.

To make vector \mathbf{w} unique, it is necessary to normalize its elements by dividing each element by their sum

$$\bar{w}_i = w_i / (w_1 + w_2 + \dots + w_k), \quad i = 1, 2, \dots, k. \quad (4)$$

The values f_{ij} , according to Saaty (1980,1990), represents the *pairwise comparison* or importance of the factor F_i compared to the factor F_j at a certain level of the hierarchy. Hence, matrix \mathbf{F} is called *pairwise comparison matrix*. As Saaty (1990) emphasizes in a general decision making it is impossible to give precise values of elements f_{ij} according to formula (1), but only estimate them. For elicitation of pairwise comparison judgments of criteria, he proposed fundamental scale of measurements. The differences $\Delta_{ij} = f_{ij} - w_i/w_j$ cause inconsistency of the matrix \mathbf{F} , and its principal eigenvalue is

$$\lambda_{\max} \geq k. \quad (5)$$

To every eigenvalue λ_i corresponds eigenvector \mathbf{w}_i that represents one solution of the system of k homogeneous linear equations (3). Maximal positive real eigenvalue λ_{\max} and corresponding eigenvector \mathbf{w} are accepted for further calculation. Since estimated matrix \mathbf{F} is not consistent one, Saaty (1990) introduced *consistency index CI* and *consistency ratio CR* for this matrix, that are calculated by the formulas

$$CI = (\lambda_{\max} - k)/(k-1), \quad (6)$$

$$CR = CI/RI. \quad (7)$$

RI is called *random consistency*, which depends on the size of matrix k , and its values are given in special table proposed by Saaty (1990). If $CR \leq 0.10$, the estimates of the elements of the vector \mathbf{w} are acceptable. Otherwise, the consistency of the matrix \mathbf{F} should be improved by changing values of some its elements, taking into account that this matrix must be reciprocal. Saaty's method is based on calculation of the maximal eigenvalue and corresponding eigenvector, and hence is known as the *eigenvector method*.

3. FUZZY AHP

Some of decision criteria are subjective and qualitative by nature, so the decision maker can not easily express strengths of his preferences or provide exact pairwise comparison. Hence, the crisp numbers are not so suitable to express these pairwise comparison values due to their vagueness. Since decision maker's or his team judgments are uncertain and imprecise, it is much better to give pairwise comparisons as fuzzy values than as crisp ones. To overcome these shortcomings with crisp numbers, the Fuzzy AHP was developed for solving these problems of multicriteria decision making. The first solution of Fuzzy AHP was proposed by Van Laarhoven and Pedrycz (1983). Buckley (1985) used trapezoidal fuzzy numbers to express pairwise comparison values. In many papers are used extent analysis, proposed by Chang (1992, 1998) with triangular fuzzy numbers for handling fuzzy AHP and ranking alternatives.

The triangular fuzzy number, as special type of a fuzzy set over the set of real numbers (real line) R , is shown in Figure 2. Parametric presentation of a triangular fuzzy number \tilde{A} at level α is

$$A_\alpha = [A_l(\alpha), A_u(\alpha)] \quad (8)$$

where $A_l(\alpha) = a_l + (a_m - a_l)\alpha$, $A_u(\alpha) = a_u - (a_u - a_m)\alpha$. $0 < \alpha \leq 1$. $a_l \leq a_m \leq a_u$.

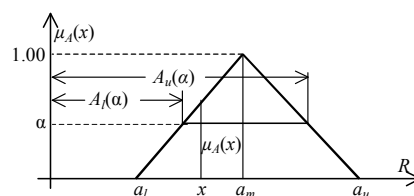


Figure 2: Triangular fuzzy number \tilde{A}

Triangular fuzzy number is usually described by three characteristic values

$$\tilde{A} = (a_l, a_m, a_u), \quad (9)$$

while reciprocal fuzzy number \tilde{A}^{-1} to \tilde{A} is for $a_l > 0$

$$\tilde{A}^{-1} = 1/\tilde{A} = (1/a_u, 1/a_m, 1/a_l). \quad (10)$$

The pairwise comparison judgments, that express relative importance between factors F_i and F_j in the hierarchy, in this work are triangular fuzzy numbers \tilde{f}_{ij} , $\tilde{f}_{ij} = (f_{ij,l}, f_{ij,m}, f_{ij,u})$, which constitute a fuzzy

comparison matrix $\tilde{\mathbf{F}}$ with elements

$$\tilde{f}_{ij} = 1/\tilde{f}_{ji}, \quad i=1,2,\dots,k; \quad j=1,2,\dots,k. \quad (11)$$

Fuzzy matrix can be expressed, according to (9) by three characteristic nonfuzzy matrices

$$\tilde{\mathbf{F}} = (\mathbf{F}_l, \mathbf{F}_m, \mathbf{F}_u), \quad (12)$$

where, taking into account (9) and (10),

$$\mathbf{F}_l = \begin{bmatrix} 1 & f_{12,l} & \dots & f_{1k,l} \\ 1/f_{12,u} & 1 & \dots & f_{2k,l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/f_{1k,u} & 1/f_{2k,u} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{F}_m = \begin{bmatrix} 1 & f_{12,m} & \dots & f_{1k,m} \\ 1/f_{12,m} & 1 & \dots & f_{2k,m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/f_{1k,m} & 1/f_{2k,m} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{F}_u = \begin{bmatrix} 1 & f_{12,u} & \dots & f_{1k,u} \\ 1/f_{12,l} & 1 & \dots & f_{2k,u} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/f_{1k,l} & 1/f_{2k,l} & \dots & 1 \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Some authors have proposed triangular fuzzy numbers for expression of the intensity of importance on Saaty's absolute scale. In this paper are used fuzzy numbers

$$\tilde{1} = (1, 1, \alpha_g), \quad \tilde{x} = (x - \alpha_d, x, x + \alpha_g), \quad x = 2, \dots, 8, \quad \tilde{9} = (9 - \alpha_d, 9, 9); \quad \alpha_d \geq 0, \alpha_g \geq 0. \quad (14)$$

3.1 Fuzzy eigenvalues and eigenvectors

Since Saaty's AHP method is based on finding eigenvalue and eigenvectors of the fuzzy matrix $\tilde{\mathbf{F}}$ at the corresponding hierarchical level, here is proposed one method to solve the fuzzy eigenvalue and eigenvector problem and find solutions of the system of homogenous fuzzy linear equations

$$\tilde{\mathbf{F}} \otimes \tilde{\mathbf{w}} = \tilde{\lambda} \otimes \tilde{\mathbf{w}}. \quad (15)$$

where the sign \otimes denotes the fuzzy product.

Elements of the fuzzy matrix $\tilde{\mathbf{F}}$, fuzzy vector $\tilde{\mathbf{w}}$ and eigenvalue $\tilde{\lambda}$ are assumed as triangular fuzzy numbers, that may be described according to (9) as

$$\tilde{\mathbf{w}} = (\mathbf{w}_l, \mathbf{w}_m, \mathbf{w}_u), \quad \tilde{\lambda} = (\lambda_l, \lambda_m, \lambda_u) \quad (16)$$

Proposed method is based on the calculation of expected values of fuzzy numbers and their products. Expected value $EV(\tilde{A})$ of a fuzzy number $\tilde{A} = (a_l, a_m, a_u)$, written in the parametric form (8) and (9), is

$$EV(\tilde{A}) = (a_l + 2a_m + a_u)/4. \quad (17)$$

Expected value of a product of two fuzzy numbers $\tilde{A} = (a_l, a_m, a_u)$ and $\tilde{B} = (b_l, b_m, b_u)$ is

$$EV(\tilde{A} \otimes \tilde{B}) = \frac{1}{12}[(2a_l + a_m)b_l + (a_l + 4a_m + a_u)b_m + (a_m + 2a_u)b_u]. \quad (18)$$

System of fuzzy linear equation may be written in the form $\tilde{f}_{i1} \otimes \tilde{w}_1 \oplus \tilde{f}_{i2} \otimes \tilde{w}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{f}_{ik} \otimes \tilde{w}_k = \tilde{\lambda} \otimes \tilde{w}_i$; $i = 1, 2, \dots, k$, where the sign \oplus denotes a fuzzy summation.

Expected values of fuzzy products due to (18) are

$$EV(\tilde{f}_{ij} \otimes \tilde{w}_j) = \frac{1}{12}[(2f_{ij,l} + f_{ij,m})w_{j,l} + (f_{ij,l} + 4f_{ij,m} + f_{ij,u})w_{j,m} + (f_{ij,m} + 2f_{ij,u})w_{j,u}] \quad (19)$$

$$EV(\tilde{\lambda} \otimes \tilde{w}_j) = \frac{1}{12}[(2\lambda_l + \lambda_m)w_{j,l} + (\lambda_l + 4\lambda_m + \lambda_u)w_{j,m} + (\lambda_m + 2\lambda_u)w_{j,u}]. \quad (20)$$

Expected value of the sum of fuzzy numbers is equal to the sum of expected values of fuzzy numbers

$$\sum_{j=1}^k EV(\tilde{f}_{ij} \otimes \tilde{w}_j) = \tilde{\lambda} \otimes \tilde{w}_i, \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

Introducing in this equations expressions for expected values of the fuzzy products (19) and (20) obtains system of linear homogenous equations

$$\bar{\mathbf{F}}_l \mathbf{w}_l + \bar{\mathbf{F}}_m \mathbf{w}_m + \bar{\mathbf{F}}_u \mathbf{w}_u - \bar{\lambda}_l \mathbf{w}_l - \bar{\lambda}_m \mathbf{w}_m - \bar{\lambda}_u \mathbf{w}_u = \mathbf{0} \quad (21)$$

where are

$$\bar{\mathbf{F}}_l = 2\mathbf{F}_l + \mathbf{F}_u, \quad \bar{\mathbf{F}}_m = \mathbf{F}_l + 4\mathbf{F}_m + \mathbf{F}_u, \quad \bar{\mathbf{F}}_u = \mathbf{F}_m + 2\mathbf{F}_u. \quad (22)$$

Since all values in these equations are nonnegative ones, this system of equations may be decomposed into three systems, that represent three eigenvalue problems

$$\bar{\mathbf{F}}_l \mathbf{w}_l - \bar{\lambda}_l \mathbf{w}_l = \mathbf{0}, \quad \bar{\mathbf{F}}_m \mathbf{w}_m - \bar{\lambda}_m \mathbf{w}_m = \mathbf{0}, \quad \bar{\mathbf{F}}_u \mathbf{w}_u - \bar{\lambda}_u \mathbf{w}_u = \mathbf{0}. \quad (23)$$

Solving these three eigenvalue problems are obtained eigenvectors \mathbf{w}_l , \mathbf{w}_m and \mathbf{w}_u and auxiliary eigenvalues $\bar{\lambda}_l, \bar{\lambda}_m$ and $\bar{\lambda}_u$ and then requested eigenvalues λ_l, λ_m and λ_u by solving linear equations $2\lambda_l + \lambda_m = \bar{\lambda}_l$, $\lambda_l + 4\lambda_m + \lambda_u = \bar{\lambda}_m$, $\lambda_m + 2\lambda_u = \bar{\lambda}_u$. To meet requirements

$$\bar{\mathbf{w}}_l \leq \bar{\mathbf{w}}_m \leq \bar{\mathbf{w}}_u. \text{ for } \lambda_l \leq \lambda_m \leq \lambda_u, \quad (24)$$

calculated eigenvectors $\mathbf{w}_l, \mathbf{w}_m$ and \mathbf{w}_u should be normalized according to following formulas

$$\bar{\mathbf{w}}_l = \mathbf{w}_l / (s_l \lambda_m), \quad \bar{\mathbf{w}}_m = \mathbf{w}_m / s_m, \quad \bar{\mathbf{w}}_u = \mathbf{w}_u / (s_m \lambda_m); \quad s_l = \sum_{i=1}^k w_{j,l}, \quad s_m = \sum_{j=1}^k w_{j,m}, \quad s_u = \sum_{j=1}^k w_{j,u}. \quad (25)$$

3.2 Steps in the execution of Fuzzy AHP

Fuzzy AHP is carried out in several steps in a similar way as the procedure with nonfuzzy (crisp) numbers, that will be here briefly explained.

First step. Define the problem, overall goal that have to be attained, criteria and alternatives.

Second step. Define the hierarchy structure from the top level thru intermediate levels that contains criteria and subcriteria to the lowest level, which usually are related to the alternatives, as it shown in Fig. 1.

Third step. Formulate the pairwise comparison reciprocal fuzzy matrix $\tilde{\mathbf{C}}$ for the criteria C_1, C_2, \dots, C_n by assessing priority values as fuzzy numbers $\tilde{c}_{ij} = (c_{ij,l}, c_{ij,m}, c_{ij,u})$ ($i=1,2,\dots,n$; $j=1,2,\dots,n$) using Saaty's fundamental comparison scale adjusted to fuzzy values according to (14). Express fuzzy matrix $\tilde{\mathbf{C}}$ by three matrices $\mathbf{C}_l, \mathbf{C}_m$ and \mathbf{C}_u according to (13). Solve fuzzy eigenvalue problem $\tilde{\mathbf{C}} \otimes \tilde{\mathbf{w}} = \tilde{\lambda} \tilde{\mathbf{w}}$, as it described in previous section, and determine the principal fuzzy eigenvalue $\tilde{\lambda} = (\lambda_l, \lambda_m, \lambda_u)$ and corresponding fuzzy eigenvectors $\tilde{\mathbf{w}} = (\mathbf{w}_l, \mathbf{w}_m, \mathbf{w}_u)$ and normalize these vectors by formulas (25) to obtain fuzzy priority vectors of criteria $\tilde{\bar{\mathbf{w}}} = (\bar{\mathbf{w}}_l, \bar{\mathbf{w}}_m, \bar{\mathbf{w}}_u)$. For the matrix \mathbf{C}_m calculate consistency index CI and consistency ratio CR . If $CR \leq 0.10$, accept assessed fuzzy elements of pairwise matrix $\tilde{\mathbf{C}}$ and obtained values of the eigenvalues and eigenvectors. If $CR > 0.10$, improve consistency of the fuzzy matrix $\tilde{\mathbf{C}}$ by changing some of its elements and repeat procedure until this condition is satisfied.

Fourth step. Formulate pairwise comparison matrices $\tilde{\mathbf{A}}^{(j)}$ related to the criterion C_j ($j = 1, 2, \dots, n$)

$$\tilde{\mathbf{A}}^{(j)} = \begin{matrix} C_j & A_1 & A_2 & \dots & A_m \\ A_1 & \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12}^{(j)} & \dots & \tilde{a}_{1m}^{(j)} \\ 1/\tilde{a}_{12}^{(j)} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2m}^{(j)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/\tilde{a}_{1m}^{(j)} & 1/\tilde{a}_{2m}^{(j)} & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}, \quad j=1,2,\dots; \text{ or } \tilde{\mathbf{A}}^{(j)} = (\mathbf{A}_l^{(j)}, \mathbf{A}_m^{(j)}, \mathbf{A}_u^{(j)}) \quad (26)$$

Solve fuzzy eigenvalue problem $\tilde{\mathbf{A}}^{(j)} \otimes \tilde{\mathbf{p}}^{(j)} = \tilde{\lambda}^{(j)} \otimes \tilde{\mathbf{p}}^{(j)}$, $j=1,2,\dots,m$; to find fuzzy principal eigenvalues $\tilde{\lambda}_{\max}^{(j)} = (\lambda_l^{(j)}, \lambda_m^{(j)}, \lambda_u^{(j)})$ and fuzzy eigenvectors $\tilde{\mathbf{p}}^{(j)} = (\mathbf{p}_l^{(j)}, \mathbf{p}_m^{(j)}, \mathbf{p}_u^{(j)})$, consistency indices $CI^{(j)}$ and consistency ratios $CR^{(j)}$ ($j = 1, 2, \dots, m$) for matrices $\mathbf{C}_m^{(j)}$. If the consistency ratio $CR^{(j)} > 0.10$ change some of assessed values \tilde{a}_{ij} to obtain satisfactory consistency of this matrix. Normalize vectors $\tilde{\mathbf{p}}^{(j)} = (\mathbf{p}_l^{(j)}, \mathbf{p}_m^{(j)}, \mathbf{p}_u^{(j)})$ by formulas (25) to obtain normalized local priority vectors $\tilde{\bar{\mathbf{p}}}^{(j)} = (\bar{\mathbf{p}}_l^{(j)}, \bar{\mathbf{p}}_m^{(j)}, \bar{\mathbf{p}}_u^{(j)})$. This procedure is the same as in the step 3.

Fifth step. Formulate local priority fuzzy matrix $\tilde{\mathbf{P}} = (\mathbf{P}_l, \mathbf{P}_m, \mathbf{P}_u)$, that contains normalized local priority vectors, where $\mathbf{P}_l = [\bar{\mathbf{p}}_l^{(1)} \bar{\mathbf{p}}_l^{(2)} \dots \bar{\mathbf{p}}_l^{(n)}]$, $\mathbf{P}_m = [\bar{\mathbf{p}}_m^{(1)} \bar{\mathbf{p}}_m^{(2)} \dots \bar{\mathbf{p}}_m^{(n)}]$, $\mathbf{P}_u = [\bar{\mathbf{p}}_u^{(1)} \bar{\mathbf{p}}_u^{(2)} \dots \bar{\mathbf{p}}_u^{(n)}]$.

Multiply these matrices from the right by the priority vectors of criteria which are determined in the third step respectively

$$\bar{\mathbf{w}}_l = [\bar{w}_{1,l}, \bar{w}_{2,l}, \dots, \bar{w}_{n,l}]^T, \quad \bar{\mathbf{w}}_m = [\bar{w}_{1,m}, \bar{w}_{2,m}, \dots, \bar{w}_{n,m}]^T, \quad \bar{\mathbf{w}}_u = [\bar{w}_{1,u}, \bar{w}_{2,u}, \dots, \bar{w}_{n,u}]^T.$$

and obtain vectors of global priorities $\mathbf{g}_l, \mathbf{g}_m$ and \mathbf{g}_u

$$\mathbf{g}_l = \mathbf{P}_l \bar{\mathbf{w}}_l = [g_{1,l}, g_{2,l}, \dots, g_{m,l}]^T, \mathbf{g}_m = \mathbf{P}_m \bar{\mathbf{w}}_m = [g_{1,m}, g_{2,m}, \dots, g_{m,m}]^T, \mathbf{g}_u = \mathbf{P}_u \bar{\mathbf{w}}_u = [g_{1,u}, g_{2,u}, \dots, g_{m,u}]^T. \quad (27)$$

These vectors constitute fuzzy matrix of global priorities $\tilde{\mathbf{G}} = [\mathbf{g}_l \mathbf{g}_m \mathbf{g}_u]$ of alternatives A_1, A_2, \dots, A_m .

To every alternative $A_i (i = 1, 2, \dots, m)$ corresponds approximate triangular fuzzy number

$$\tilde{g}_i = (g_{i,l}, g_{i,m}, g_{i,u}); \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (28)$$

Sixth step. Alternatives A_i are ranked in this step according to their global priorities that are expressed by triangular fuzzy numbers \tilde{g}_i . In the literature exist more proposals for ranking of fuzzy numbers. Here is used Lee and Le's (1998) method improved by Cheng (1992).

In this paper, comparison of fuzzy numbers is based on the probability measure of fuzzy events, which is introduced by Zadeh (1968). Fuzzy numbers are ranked according to the generalized fuzzy mean (expected value) and generalized fuzzy spread (standard deviation). For the triangular probability distribution of triangular fuzzy number as a fuzzy event, these values for the fuzzy number \tilde{g}_i are calculated by formulas (Cheng, 1992):

- generalized fuzzy mean (expected value)

$$g_{i,e} = (g_{i,l} + 2g_{i,m} + g_{i,u})/4, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (29)$$

- generalized spread (standard deviation)

$$\sigma_i = \left[\frac{1}{80} (3g_{i,l}^2 + 4g_{i,m}^2 + 3g_{i,u}^2 - 4g_{i,l}g_{i,m} - 2g_{i,l}g_{i,u} - 4g_{i,m}g_{i,u}) \right]^{1/2}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (30)$$

According to Lee and Li (1998), a fuzzy number with a higher mean value and at the same lower spread is ranked better. However, when higher mean value and at the same time higher spread or lower mean and at the same time lower spread it is not easy to compare the orderings clearly. Therefore, Cheng (1992) proposed to rank fuzzy numbers according to coefficient of variation CV_i

$$CV_i = \sigma_i / g_{e,i}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (31)$$

Fuzzy number or alternative with smaller CV_i is ranked better, and the best ranked alternative A^* is alternative A_i with minimal CV_i . For this ranking of fuzzy numbers may be used Chang's extend analysis method (Chang 1992). According to this procedure, authors have developed corresponding computer program in MATLAB that has been used to solve several problems of ranking alternatives in construction industry.

4. A CASE STUDY

Proposed method Fuzzy AHP is applied for choice of the optimal structural reinforced concrete system of one industrial hall 50.00x120,00 m. Three alternatives for the structural system are considered:

Alternative A_1 – Two chord reinforced concrete and steel girder supported by the reinforced concrete columns; Alternative A_2 - Prestressed concrete girder supported by the reinforced concrete columns; Alternative A_3 – Classical reinforced concrete structure.

The criteria used in this example are: C_1 - Summary costs of design and construction of the hall, C_2 - Costs of the annual maintenance, C_3 - Necessary time for the construction works in weeks, C_4 - Technological possibilities of the contractor to construct this hall in the chosen system.

According to the existing data authors have formulated fuzzy priority matrices:

Pairwise comparison fuzzy matrix $\tilde{\mathbf{C}}$ for the criteria

$$\tilde{\mathbf{C}} = \begin{bmatrix} 1 & 1.5 & 2 & 2.5 \\ 1.5^{-1} & 1 & \tilde{1} & 1.5 \\ \tilde{2}^{-1} & \tilde{1}^{-1} & 1 & 1.5 \\ 2.5^{-1} & 1.5^{-1} & 1.5^{-1} & 1 \end{bmatrix},$$

Pairwise comparison matrices $\tilde{\mathbf{A}}^{(j)}$ related to the criterion $C_j (j=1,2,3,4)$ are

$$\mathbf{A}^{(1)} = \begin{bmatrix} 1 & 1.5 & 2 \\ 1.5^{-1} & 1 & 1.5 \\ \tilde{2}^{-1} & 1.5^{-1} & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{A}^{(2)} = \begin{bmatrix} 1 & 1.3 & 1.5 \\ 1.3^{-1} & 1 & 1.2 \\ 1.5^{-1} & 1.2^{-1} & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{A}^{(3)} = \begin{bmatrix} 1 & 1.2 & 1.5 \\ 1.2^{-1} & 1 & 1.4 \\ 1.5^{-1} & 1.4^{-1} & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{A}^{(4)} = \begin{bmatrix} 1 & 1.3 & 1.2 \\ 1.3^{-1} & 1 & 1.2 \\ 1.2^{-1} & 1.2^{-1} & 1 \end{bmatrix}$$

Applying mentioned computer program, are obtained principal eigenvalues $\tilde{\lambda} = (\lambda_l, \lambda_m, \lambda_u)$, eigenvectors $\tilde{\mathbf{w}} = (\bar{\mathbf{w}}_l, \bar{\mathbf{w}}_m, \bar{\mathbf{w}}_u)$ for the fuzzy matrix $\tilde{\mathbf{C}} = (\mathbf{C}_l, \mathbf{C}_m, \mathbf{C}_u)$ and for local priorities eigenvalues and eigenvectors

$\tilde{\lambda}^{(j)} = (\tilde{\lambda}_l^{(j)}, \tilde{\lambda}_m^{(j)}, \tilde{\lambda}_u^{(j)})$, $\tilde{\mathbf{p}}^{(j)} = (\tilde{\mathbf{p}}_l^{(j)}, \tilde{\mathbf{p}}_m^{(j)}, \tilde{\mathbf{p}}_u^{(j)})$ for fuzzy matrices $\tilde{\mathbf{A}}^{(j)}$ ($j=1,2,\dots,5$). Principal fuzzy eigenvalues and consistency ratios CR for matrices \mathbf{C}_m and $\mathbf{A}_m^{(j)}$ are given in Table 1. According to these values are obtained fuzzy vectors of global priorities \mathbf{g}_l , \mathbf{g}_m and \mathbf{g}_u and their components as fuzzy numbers $\tilde{g}_i = (g_{i,l}, g_{i,m}, g_{i,u})$. These values are given in Table 2. For these fuzzy numbers are determined generalized fuzzy means (expected values) $g_{i,e}$ and coefficients of variations V_i for alternatives A_i ($i=1,2,3$) using expressions (29) and (30). According to these values alternatives are ranked and results are given in Table 3

Table 1: Eigenvalues and consistency ratios

	$\tilde{\mathbf{C}}$	$\tilde{\mathbf{A}}^{(1)}$	$\tilde{\mathbf{A}}^{(2)}$	$\tilde{\mathbf{A}}^{(3)}$	$\tilde{\mathbf{A}}^{(4)}$
λ_l	3.366	2.663	2.588	2.598	2.560
λ_m	4.008	3.002	3.002	3.002	3.001
λ_u	5.146	3.408	3.521	3.507	3.565
CR	0.003	0.004	0.005	0.002	0.004

Table 2: Vectors of global priorities

Altern.	Vector \mathbf{g}_l ($g_{i,l}$)	Vector \mathbf{g}_m ($g_{i,m}$)	Vector \mathbf{g}_u ($g_{i,u}$)	Expected value $g_{i,e}$	Stand. dev. σ_i (%)
A_1	0.308	0.421	0.621	0.443	11.41
A_2	0.106	0.195	0.442	0.235	11.71
A_3	0.120	0.245	0.575	0.297	11.78

Table 3: Ranks of alternatives

Rank	Alternative	Expect.val. $g_{i,e}$	Alternative	Coefficient V_i (%)
1	A_1	0.443	A_1	11.41
2	A_2	0.339	A_3	11.71
3	A_3	0.274	A_2	11.78

Alternative A_1 is the best ranked according to the expected value $g_{4,e} = 0.443$ and coefficient of variation $V_4 = 11.41\%$. This alternative has a discernible advantage over other alternatives. All consistency ratios for matrices \mathbf{C}_m and $\mathbf{A}_m^{(j)}$ are $CR < 0.004 \ll 0.10$, so that these matrices are consistently assessed. This alternative is accepted and industrial hall is successfully completed. This problem has been solved by the authors using modified Fuzzy TOPSIS method and obtained similar results (Prascevic & Prascevic 2013).

5. CONCLUSION

The fundamental approach of AHP is to break down a “big” problem into several problems that are solved separately to determine their priority vectors. According to these values, final priority vector of the alternatives is calculated taking into account relationships between hierarchy levels. AHP method has been widely used for MCDM in the construction industry and project management. Proposed Fuzzy AHP method in comparison with AHP with the crisp data, gives more complete and realistic results, especially for decision criteria that have qualitative nature.

REFERENCES

- [1] Buckley, J.J.(1985). Fuzzy hierarchical analysis, *Fuzzy Sets and Systems*, **17**, 233-247.
- [2] Chang, D.-Y. (1992). Application of extent analysis method on fuzzy AHP, *Europ. Journ. of Operat. Research*, **95**, 649-655.
- [3] Cheng, C.-H. (1992). A new approach for ranking fuzzy numbers by distance method”, *Fuzzy Sets and Systems*, **95**, 307-317.
- [4] Lee, E.S & Li, R.L. (1998). Comparison of fuzzy numbers based on the probability measure of fuzzy events, *Comput. Math. Appl.* **15**, 887-896.
- [5] Prascevic, Z. & Prascevic, N. (2013). One Modification of Fuzzy TOPSIS method, *Journ. of Modelling in Management*, **8**, 82 –102.
- [6] Saaty, T.L. (1980). *The Analytic hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
- [7] Saaty T.L.(1990).How to make a decision: Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research*, **48**, 9-26.
- [8] Van Laarhoven, P.J.M., Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty’s priority theory, *Fuzzy Sets and Systems*, **11**, 229-241.
- [9] Zadeh, L.Z.(1968). Probability measures of fuzzy events, *Journ. of Math. Anal. and Applic.* **23**, 421-427.



PRIMENA MODELA BODOVANJA PRI IZBORU NAJPOVOLJNIJE GEODETSKE METODE I OPREME ZA SNIMANJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA

APPLICATION OF THE SCORING MODEL FOR SELECTION OF THE OPTIMAL GEODETTIC METHOD AND EQUIPMENT FOR SURVEYING OF CONCRETE STRUCTURES

SLOBODAN PANDŽIĆ¹, SLAVOLJUB TOMIĆ², JELENA PANDŽIĆ³

¹ Visoka građevinsko-geodetska škola, Beograd, slobodanpandzic@vggs.rs

² Visoka građevinsko-geodetska škola, Beograd, tomiclavloljub@vggs.rs

³ Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, jpandzic@grf.bg.ac.rs

Rezime: U inženjersko-tehničkim oblastima, a posebno u građevinarstvu i arhitekturi, često se javlja potreba za kontrolom geometrijskih karakteristika inženjerskih objekata, kao vidom provere realizovanih projekata ili testiranja stanja objekta nakon određenog perioda eksploatacije. Kontrola se može vršiti svim geodetskim metodama beskontaktnog merenja, kao što su klasična geodetska merenja, terestričko lasersko skeniranje i terestrička fotogrametrija. Za potrebe geodetskog snimanja betonskih konstrukcija građevinskih objekata u geodetskoj praksi se takođe primenjuju navedene metode geodetskih merenja. S obzirom da svaka od njih ima svoje prednosti i nedostatke, u radu se primenom metode višekriterijumskog odlučivanja analizira koja je od raspoloživih metoda najpogodnija za ovu vrstu geodetskih radova. Za izbor optimalne metode i tehnike merenja primenjen je Model bodovanja.

Ključne reči: Betonske konstrukcije, geodetska merenja, višekriterijumsko odlučivanje.

Abstract: In engineering and technical fields, and especially in civil engineering and architecture, it is often necessary to control some geometrical properties of engineering facilities, which is to verify realized projects or to test a facility after a period of exploitation. All surveying methods that involve contactless measuring, such as classical geodetic measurements, terrestrial laser scanning and terrestrial photogrammetry, can be used for this purpose. These methods are also applied in case of surveying of the concrete structures of buildings. Taking into account that each of them has its own advantages and disadvantages, multicriteria decision making is applied in the paper in order to choose the optimal method for this type of surveying works. The choice of the optimal method and measuring technique was made by using the Scoring Model.

Keywords: Concrete structures, geodetic measurements, multicriteria decision making.

1. UVOD

U građevinarstvu i arhitekturi se veoma često javlja potreba za preciznim podacima o geometrijskim karakteristikama betonskih konstrukcija različitih struktura i dimenzija. Ovi podaci se obezbeđuju geodetskim snimanjima koja se izvode u specifičnim uslovima, što zahteva posebnu pažnju pri izboru odgovarajuće geodetske metode snimanja, kao i merne opreme koja će se koristiti.

Na tržištu geodetske merne opreme nude se različiti instrumenti i pribor koji su sa svim svojim prednostima i nedostacima manje ili više pogodni za primene u rešavanju geodetskih zadataka u inženjersko-tehničkim oblastima. Efikasna primena ove merne opreme je uslovljena i najtešnje povezana sa konkretnim metodama i uslovima rada pri geodetskom snimanju.

Pored raspoloživih metoda geodetskog snimanja mora se voditi računa i o načinu obrade prikupljenih podataka, kao i prezentovanju dobijenih rezultata, što dodatno komplikuje izbor optimalnog rešenja pri nabavci merne opreme, a samim tim i pri izboru optimalne metode geodetskog snimanja. Na sve to treba dodati i faktor ekonomičnosti, gde je presudna stavka cena geodetske merne opreme za snimanje i softvera za obradu i prezentovanje rezultata obavljenih geodetskih merenja.

2. VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE

Kada je neophodno doneti odluku o izboru jednog od više mogućih rešenja nekog problema, poželjno je primeniti neki od modela višekriterijumskog odlučivanja. To podrazumeva postupak izbora jednog od više mogućih alternativnih rešenja za koja se postavljaju određeni ciljevi [1]. Pored postavljanja ciljeva neophodno je definisati i kriterijume uz koje se pridružuju odgovarajuće težine, na osnovu kojih je moguće oceniti ostvarenost tih ciljeva. Težine služe da se definiše značaj učešća pojedinih kriterijuma pri donošenju odluke o izboru najpovoljnijeg alternativnog rešenja problema. Konačnu odluku o izboru kriterijuma i definisanju njihovog značaja donosi ekspert, najčešće na osnovu svojih ekspertskih znanja i profesionalnog iskustva. Izbor kriterijuma i definisanje njihovog značaja je najdelikatniji zadatak kod višekriterijumskog odlučivanja. Ovom metodom se svi podaci o elementima odlučivanja, za svako alternativno rešenje, odgovarajućim postupcima objedinjuju u jednu numeričku vrednost, na osnovu kojih se formira njihova rang lista.

Da bi se dobilo optimalno rešenje, višekriterijumsko odlučivanje treba da bude utemeljeno na relevantnim argumentima koji omogućavaju proveru i analizu osetljivosti sistema odlučivanja. Za izbor optimalnog rešenja moguća je primena više različitih modela višekriterijumskog odlučivanja.

Pri realizaciji eksperimenta snimanja betonskih konstrukcija primenjene su tri metode geodetskog snimanja uz korišćenje odgovarajuće geodetske merene opreme i tehnika geodetskih merenja [2]. U toku geodetskog snimanja pokazale su se i dobre i loše strane primene ovih metoda geodetskog snimanja i upotrebe pojedinih instrumenata u realnim uslovima rada. To zahteva da se na pravi način izvršiti izbor optimalne metode geodetskog snimanja i upotrebe odgovarajuće geodetske merne opreme. U konkretnom slučaju, u okviru ovog istraživanja, za izbor optimalne metode geodetskog snimanja betonskih konstrukcija primenjeno je višekriterijumsko odlučivanje korišćenjem Modela bodovanja (*engl. Scoring Model*).

2.1. Izbor najpovoljnije metode geodetskog snimanja betonskih konstrukcija primenom Modela bodovanja

Model bodovanja je relativno brz i jednostavan način za prepoznavanje najbolje alternativne odluke za višekriterijumske probleme odlučivanja. Odlučivanje višekriterijumskom analizom podrazumeva izbor nekoliko od mnogih postavljenih kriterijuma što predstavlja težak zadatak. Model bodovanja može efikasno pomoći u analizi problema odlučivanja.

Korišćenje ovog modela je moguće primeniti za izbor optimalne tehnike i metode geodetskih merenja pri snimanju betonskih konstrukcija. Postupak primene Modela bodovanja u konkretnom slučaju realizovanog istraživanja se odvija kroz pet faza.

I faza:

Postavljanje liste kriterijuma koji treba da budu razmatrani. Kriterijumi su bitni faktori za vrednovanje svake odluke.

II faza:

Određivanje težina svakog kriterijuma čime se pokazuje njihov relativni značaj:

$$w_i = \text{težina kriterijuma } i.$$

III faza:

Određivanje mere (*engl. rating*) svakog kriterijuma, koja pokazuje nivo kvaliteta zadovoljenja svakog kriterijuma od strane razmatranih alternativnih rešenja:

$$r_{ij} = \text{mera za kriterijum } i \text{ i alternativno rešenje } j.$$

IV faza:

Izračunavanje vrednosti (*engl. score*) za svako alternativno rešenje:

$$S_j = \text{vrednost za alternativno rešenje } j.$$

Vrednost alternativnog rešenja S_j se računa primenom formule:

$$S_j = \sum w_i \cdot r_{ij}. \quad (1)$$

V faza:

Rangiranje alternativnih rešenja po Modelu bodovanja od najveće do najmanje vrednosti, čime se utvrđuje njihov međusobni rang i redosled. Alternativno rešenje sa najvećom vrednošću, odnosno najvećim brojem bodova se preporučuje za primenu.

3. GEODETSKE METODE SNIMANJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA

U okviru eksperimenta, koji je za cilj imao izbor optimalnog rešenja geodetskog snimanja betonskih konstrukcija, razmatrane su, kao alternativna rešenja pri višekriterijumskom odlučivanju, tri pogodne metode sa odgovarajućom mernom opremom i to:

- polarna metoda (primena laserskih totalnih stanica dometa do 350 m),
- terestrička fotogrametrijska metoda (primena digitalnih amaterskih kamera),
- terestričko lasersko skeniranje (primena terestričkih laserskih skenera).

Postavljeni kriterijumi treba da se odnose na primenljivost ovih metoda sa aspekta zahtevanih uslova rada na terenu, veličine i složenosti konkretnih betonskih konstrukcija nekog objekta, dostupnosti, pogodnosti za dalje analize dobijenih rezultata, autonomnosti u radu, fleksibilnosti i ekonomičnosti.

Polarna metoda spada u tačkaste metode geodetskog snimanja jer se betonska konstrukcija diskretizuje određenim brojem tačaka (snima se ograničen broj tačaka), dok sa druge strane, terestrička fotogrametrijska metoda i terestričko lasersko 3D skeniranje pripadaju površinskim metodama geodetskog snimanja (snima se, uslovno rečeno, neograničen broj tačaka). Fotogrametrijska metoda daje više podataka za dalje tehničke analize, dok je lasersko skeniranje pogodno za velike i složene konstrukcije, jer se prikuplja oblak tačaka, što je sa druge strane manje pogodno za obradu podataka. Sve tri razmatrane metode zahtevaju postojanje odgovarajuće geodetske mreže za geodetsko snimanje betonskih konstrukcija.

Polarna metoda, uz primenu laserske totalne stanice, je potpuno autonomna, ali je problematična u primeni pri nepovoljnim vremenskim uslovima (kiša, magla i sl.). Domet laserskog merenja dužina se u nepovoljnim vremenskim uslovima znatno smanjuje.

Fotogrametrijska metoda nije u potpunosti autonomna jer se snimanje betonske konstrukcije digitalnom kamerom mora kombinovati sa klasičnom metodom geodetskog snimanja određenog broja orijentacionih tačaka, a to je najčešće polarna metoda uz primenu laserskih totalnih stanica. Ipak, iz snimaka dobijenih digitalnom kamerom moguće je dobiti veliku količinu različitih informacija, što donekle potire manjkavost ove metode u pogledu nedovoljne autonomije u radu. Takođe, moguće je, uz primenu odgovarajućeg softvera, izvršiti fotogrametrijsko skeniranje betonske konstrukcije, tako da se, slično terestričkom laserskom skeniranju, može dobiti oblak tačaka koji reprezentuje snimljeni objekat..

Terestričko lasersko skeniranje je pogodno za snimanje prostranih i složenih konstrukcija jer je ovom metodom moguće prikupiti ogroman broj (oblak) tačaka. Međutim, ovo je ujedno i otežavajuća okolnost jer, prilikom obrade podataka, veliki broj tačaka zahteva veliki memorijski i procesorski kapacitet računara na kojem se vrši obrada i posebnu metodologiju selekcije značajnih tačaka konkretne betonske konstrukcije. Slično primeni digitalnih kamera, ni terestričko lasersko skeniranje nije u potpunosti autonomno, ali primenom savremenijih instrumenata (terestrički laserski skener sa ugrađenom totalnom stanicom) ovaj problem se uspešno prevazilazi.

Osim navedenih tehničko-tehnoloških prednosti i nedostataka razmatranih geodetskih metoda snimanja, treba imati u vidu i ekonomičnost njihove primene, što se ogleda kroz cenu korišćene geodetske merne opreme i softvera, vreme potrebno za terensko prikupljanje podataka i njihovu dalju obradu, kao i položajnu tačnost snimljenih tačaka i poželjnu fleksibilnost u radu tokom primene konkretne metode.

4. REZULTATI ISPITIVANJA

Zbog specifičnih uslova rada na terenu i obrade podataka, postavlja se pitanje koja od prethodno opisanih geodetskih metoda i merne tehnike je optimalna za snimanje betonske konstrukcije. Dakle, definišu se tri alternativna rešenja:

- A₁ - polarna metoda sa upotrebom laserske totalne stanice (domet laserskog zraka do 350 m),
- A₂ - fotogrametrijska metoda sa upotrebom amaterske digitalne kamere i
- A₃ - lasersko skeniranje sa upotrebom terestričkog laserskog skenera.

Izbor optimalnog rešenja se odvija kroz dve faze.

I faza: predložena lista kriterijuma

- Autonomnost u radu
- Cena nabavke opreme
- Vremenski uslovi
- Vreme provedeno na terenu
- Vreme potrebno za obradu podataka
- Tačnost podataka

II faza:

Za određivanje težine primenjuje se petostepena skala u zavisnosti od važnosti kriterijuma:

Tabela 1: Težine kriterijuma

Važnost kriterijuma	Težina w_i
Veoma važan	5
Donekle važan	4
Srednje važan	3
Donekle nevažan	2
Potpuno nevažan	1

Tako je, za navedeni primer dobijena sledeća tabela:

Tabela 2: Važnost kriterijuma

Kriterijum	Važnost	Težina
Autonomnost u radu	Veoma važan	5
Cena nabavke opreme	Veoma važan	5
Vremenski uslovi	Donekle nevažan	2
Vreme provedeno na terenu	Donekle važan	4
Vreme potrebno za obradu podataka	Srednje važan	3
Tačnost podataka	Veoma važan	5

Težine kriterijuma date u *tabeli 2* su subjektivno odabrane vrednosti. Donosioci odluke mogu na različite načine određivati težine kriterijuma. Međutim, jedna od osnovnih prednosti modela bodovanja je ta što se korišćenjem subjektivno postavljene težine u najboljoj meri sagledava ekspertske opredeljenje pojedinog donosioca odluke.

III faza:

Svako alternativno rešenje se procenjuje sa aspekta zadovoljenja svakog kriterijuma. Za dati primer dobijeni su sledeći nivoi satisfakcije:

Tabela 3: Mere zadovoljenja kriterijuma

Nivo satisfakcije	Mera (r_{ij})
Izuzetno visoka	9
Veoma visoka	8
Visoka	7
Delimično visoka	6
Srednja	5
Delimično niska	4
Niska	3
Veoma niska	2
Izuzetno niska	1

Proces proračuna mora biti kompletiran za svaku kombinaciju alternativnog rešenja i pojedinog kriterijuma. Kako u primeru postoji šest kriterijuma i tri alternativna rešenja ($6 \cdot 3 = 18$), dobija se 18 mera za alternativna rešenja koje su date u *tabeli 4*.

Tabela 4: Mere zadovoljenja kriterijumima od strane alternativnih rešenja

Kriterijum	Mera		
	Polarna metoda	Terestrička fotogrametrija	Terestričko lasersko skeniranje
Autonomnost u radu	9	5	8
Cena nabavke opreme	7	9	2
Vremenski uslovi	7	5	7
Vreme provedeno na terenu	6	8	9
Vreme potrebno za obradu podataka	8	5	3
Tačnost podataka	8	5	8

IV faza:

Neophodno je, prema datoj težini, proračunati bodovne vrednosti svakog alternativnog rešenja. Za dati primer dobijaju se bodovne vrednosti alternativnih rešenja, koje su date u tabeli 5.

Tabela 5: Bodovne vrednosti alternativnih rešenja

Kriterijum	Težina (w_i)	Polarna metoda		Fotogrametrijska metoda		Terestričko lasersko skeniranje	
		Mera (r_{ij})	Vrednost ($w_i \cdot r_{ij}$)	Mera (r_{ij})	Vrednost ($w_i \cdot r_{ij}$)	Mera (r_{ij})	Vrednost ($w_i \cdot r_{ij}$)
Autonomnost u radu	5	9	45	5	25	8	40
Cena nabavke opreme	5	7	35	9	45	2	10
Vremenski uslovi	2	7	14	5	10	7	14
Vreme provedeno na terenu	4	6	24	8	32	9	36
Vreme potrebno za obradu podataka	3	8	24	5	15	3	9
Tačnost podataka	5	8	40	5	25	8	40
Ukupna vrednost			182		152		149

V faza:

Prema rezultatima datim u tabeli 5 polarna metoda sa upotrebom laserske totalne stanice (domet laserskog zraka do 350 m) ima najviše bodova, pa se samim tim njoj daje prednost nad drugim alternativnim rešenjima:

1. polarna metoda = 182,
2. fotogrametrijska metoda = 152,
3. terestričko lasersko skeniranje = 149.

5. ZAKLJUČAK

U konkretnom slučaju metoda bodovanja je predložila kao najracionalnije rešenje primenu polarne metode snimanja uz korišćenje laserske totalne stanice. Ova metoda ima malu prednost u odnosu na fotogrametrijsku metodu sa upotrebom amaterske digitalne kamere. Ta prednost iznosi oko 16%.

Treba napomenuti da je ovaj eksperiment obavljen na trenutnom tehnološkom nivou, pa se stoga rezultati višekriterijumskog odlučivanja mogu smatrati relevantnim samo za konkretnu vremensku epohu. Naravno, tehnološki razvoj će trenutno teže dostupne metode učiniti sve dostupnijim i ekonomičnijim, pa se samim tim može očekivati da će se u nekoj budućoj vremenskoj epohi ocene izabranih kriterijuma menjati.

Uključivanjem dodatnih kriterijuma i podkriterijuma, kao što su kvalitet instrumenata za geodetsko snimanje ili fleksibilnost i složenost obrade podataka, moguće je stvoriti uslove za dobijanje veće pouzdanosti donete odluke o izboru optimalnog alternativnog rešenja. Dodatni kriterijumi se ravnopravno uključuju i prolaze kompletnu proceduru višekriterijumskog odlučivanja primenom modela bodovanja.

LITERATURA

- [1] Pandžić, S., Pandžić, J. (2012). Višekriterijumsko odlučivanje pri izboru najpovoljnije geodetske merne tehnike za snimanje na površinskim kopovima uglja, Zbornik radova XXXIX Simpozijuma o operacionim istraživanjima, Tara, septembar 2012, str. 199-202
- [2] Pandžić, J., Pandžić, S. (2012). Geodetsko snimanje i prezentovanje konstruktivnih elemenata inženjerskih objekata, Zbornik radova 4. Internacionalnog naučno-stručnog skupa Građevinarstvo - nauka i praksa, Žabljak, februar 2012, str. 2255-2262
- [3] Guibas, L., Stolfi J. (1985). Primitives for the Manipulation of General Subdivisions and the Computation of Voronoi Diagrams, ACM Transactions on Graphics, 4(2), 74-123.



NEKE METODE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE SA PRIMENOM U GRAĐEVINARSTVU

SOME METHODS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CIVIL ENGINEERING

GORAN ČIROVIĆ¹, SNEŽANA MITROVIĆ², DRAGAN NIKOLIĆ³

¹ Visoka građevinsko geodetska škola strukovnih studija, Beograd, cirovic@sezampro.rs

² Visoka građevinsko geodetska škola strukovnih studija, Beograd, cirovic@sezampro.rs

³ Institut za materijale Srbije, IMS, Beograd, dragan.nikolic@institutims.rs

Rezime: Algoritmi za optimizaciju konstrukcija su način da se odredi optimalna topologija, geometrija i dimenzije poprečnih preseka uz ograničenja vezana za opterećenje koje deluje na konstrukcije, ali svakako i cenu i rok izgradnje. U inženjerskoj praksi česte su i optimizacije vezane za samu dinamiku izgradnje, određivanje najpovoljnije lokacije za izgradnju nekog objekta i sl. Tradicionalne metode modelovanja i određivanja rešenja u procesu optimizacije zahtevaju glomazne matematičke proračune, dok se uvođenjem metoda i tehnika veštačke inteligencije otvara čitav spektar mogućnosti za efikasan način pronalaženja adekvatnih i za praksu prihvatljivih rešenja. U radu su prikazane pojedine metode koji se intenzivno primenjuju u prethodnih nekoliko godina, sa osvrtom na njihove prednosti i mane.

Cljučne reči: Veštačka inteligencija, metaheurističke metode, optimizacija konstrukcija

Abstract: Construction optimization algorithms represent the method to determine optimal topology, geometry and dimensions of the cross section, with the constraints related with the load acting on the structure, and certainly the cost and time of construction. In engineering practice optimization related to the dynamics of construction are frequently used, as well as to determine the most suitable location for the construction of a building. Traditional method of modeling and defining solutions to the optimization process require huge and complicated mathematical calculations, while the introduction of the methods and techniques of artificial intelligence opens up a whole range of opportunities for efficient way of finding adequate and acceptable solutions for practice. This paper describes the various methods which are extensively used in the past few years, with emphasis on their advantages and disadvantages.

Keywords: Artificial intelligence, metaheuristic methods, construction optimization

1. UVOD

Većina praktičnih problema u svakodnevnoj građevinskoj praksi koje je potrebno razmatrati prvobitno su opisana na nejasan ili neprecizan način. Ovo se pre svega odnosi na određivanje odgovarajućih ciljeva, ograničenja o tome šta može da se uradi, međusobnih relacija između parametara koji se proučavaju i drugih uticaja izvan sistema, mogućnosti primene alternativnih rešenja i rokova za donošenje odluka. Proces definisanja problema je od ključnog značaja, jer je u velikoj meri utiče na to kakvi će relevantni zaključci proistići iz istraživanja. Teško je izdvojiti "tačan" odgovor na "pogrešno" postavljen problem.

Na prikupljanju relevantnih podataka o problemu obično se provodi iznenađujuće velika količina vremena. Većina podataka je potrebna da bi se dobilo tačno razumevanje problema i da bi se obezbedile potrebne ulazne vrednosti za matematički model koji je potrebno formulisati u sledećoj fazi istraživanja. Često veći deo potrebnih podataka nije dostupan kada se započinje sa istraživanjem, bilo zato što se informacije nisu nikada adekvatno skladištile ili zato što su zastarele, ili su u pogrešnom formatu. Potrebna je pomoć više ključnih ljudi u organizaciji da bi se pratili svi vitalni podaci. Čak i sa ovim naporima, veći deo podataka može biti vrlo nepouzdan, odnosno grube procene samo na osnovu empirijskog iskustva. Obično se dosta vremena provodi pokušavajući da se poboljša preciznost podataka i time se pokuša dobiti što tačnije rešenje.

Tokom projektovanja, izvođenja i održavanja građevinskih objekata, inženjeri su prinuđeni da donose odluke u svakoj od faza realizacije projekta pri čemu one mogu značajno uticati na konačnu vrednost investicije. Krajnji cilj donosioca odluka je smanjenje utroška potrebnih resursa, odnosno povećanje željene dobiti i u bilo kojoj situaciji se može izraziti u funkciji promenljivih parametara. U tom slučaju, optimizacija

se definiše kao proces pronalaženja maksimalne ili minimalne vrednosti funkcije za definisane parametre, a tehnike kojima se to postiže objedinjene su u posebnu naučnu disciplinu nazvanu operaciona istraživanja.

Algoritmi za optimizaciju konstrukcija su način da se odredi optimalna topologija, geometrija i dimenzije poprečnih preseka uz ograničenja vezana za opterećenje koje deluje na konstrukcije, ali svakako i cenu i rok izgradnje. U inženjerskoj praksi česte su i optimizacije vezane za samu dinamiku izgradnje, određivanje najpovoljnije lokacije za izgradnju nekog objekta i sl. Projektne promenljive su ili diskretne ili kontinualne. Tradicionalne metode modelovanja i određivanja rešenja u procesu optimizacije zahtevaju glomazne matematičke proračune, dok se uvođenjem metoda i tehnika veštačke inteligencije otvara čitav spektar mogućnosti za efikasan način pronalaženja adekvatnih i za praksu prihvatljivih rešenja.

Filozofi u prošlost (Platon, 400 p.n.e.) omogućili su ideju samog koncepta veštačke inteligencije, razmišljajući o umu kao nekakvoj mašini koja radi na znanju kodiranom nekim internim jezičkim procesima. Ipak, samo genezom računara početkom pedesetih godina prošlog veka, mudre filozofske izreke transformisale su teoriju u eksperimentalne discipline.

Početak razvoja istraživanja veštačke inteligencije vezuje se za 1956. godinu, kada se na simpozijumu u Dartmouth College-u, New Hampshire, SAD, prvi put upotrebljava termin "Artificial Intelligence, AI". Veštačka inteligencija, kao složena disciplina, bazira se na interakciji više oblasti: računarske tehnike, kibernetika, informacioni sistemi, psihologija, neuropsihologija, lingvistika i sl. Sa novim generacijama računara razvija se i originalna ideja i nalazi primenu u mnogim oblastima nauke, ali i života uopšte. Za savremene probleme građevinarstva, projektovanja i izvođenja, kao i celokupnog građevinskog menadžmenta, gde su uključene mnoge pretpostavke i predviđanja, same matematika, fizika i mehanika ne mogu da se izbore sa neiskustvom učesnika u projektu. Znanje i veštine nekad nisu dovoljni, a često ni tradicionalne procedure. Veštačka inteligencija i njene metode su superiorne u rešavanju kompleksnih problema do nivoa eksperta, na način imitiranja samih eksperata.

2. EVOLUTIONARY COMPUTATION (EC)

Evolutionary computation, EC, je podgrupa veštačke inteligencije, u kojoj se koriste iterativne procedure obično inspirisane biološkim mehanizmima evolucije da bi se populacije (skup rešenja) usmerile do željenog rešenja problema (optimalno rešenje). EC se intenzivno koristi u građevinarstvu u poslednjih nekoliko decenija za rešavanje kompleksnih optimizacionih problema.

GENETSKI ALGORITMI (GA)

Genetski algoritmi, GA, predstavljaju heurističku metodu optimizacije koja imitira prirodni evolutivni proces [9]. Baziraju se na kriterijumu prirodne selekcije po Darvinovoj teoriji evolucije. Evolucija je robustan proces pretraživanja prostora rešenja. Živa bića se tokom evolucije prilagođavaju uslovima u prirodi, odnosno životnoj sredini. Analogija evolucije kao prirodnog procesa i genetskog algoritma kao metode optimizacije, oslikava se u procesu selekcije i genetskim operatorima. Poslednjih decenija GA su postali efektivni optimizacioni model za velike istraživačke projekte.

U pristupu sa genetskim algoritmom za rešavanje inženjerskih problema optimizacije optimalno rešenje se dobija sa datom tačnošću, a u zavisnosti od izabrane dužine lanaca (hromozoma). Dalje, genetski algoritam obično obezbeđuje efikasan pristup u rešavanju velikih problema, zato što zahteva samo prost razvoj funkcije. Rešenje blisko optimumu može da se dobije nakon ograničenog broja iteracija. Obzirom da se opisani prost GA mogu direktno koristiti samo za rešavanje optimizacionih problema bez ograničenja, problem sa ograničenjima se transformiše u problem bez ograničenja uključivanjem kaznene funkcije [10]. Za razliku od jednostavne selekcije, eliminaciona selekcija (steady-state selection) ne bira dobre hromozome za sledeću populaciju, već loše koje treba eliminisati i reprodukcijom ih zameniti novim. Posle svake reprodukcije, proverava se da li novonastali hromozom već postoji ili ne. Ako postoji, ponavlja se postupak sve dok se genetskim operatorima ne generiše jedinka koja nema duplikata. Takva selekcija se naziva eliminaciona selekcija bez duplikata. Umesto funkcije prikladnosti treba definisati funkciju kazne. Time je jednostavno rešen problem očuvanja hromozoma sa najvećom prikladnosti, jer je njegova kazna jednaka nuli. Najbolja jedinka se čuva (*elitizam*) kako bi se iz generacije u generaciju osiguralo da najbolja jedinka bude u najgorem slučaju jednaka kao u prošloj generaciji, ako ne i bolja. Uz ugrađenu funkciju kazne u algoritmu, ne treba ugrađivati dodatne mehanizme za očuvanje najbolje jedinice tokom selekcije, jer najbolja jedinka ima kaznu jednaku nuli.

ARTIFICIAL IMMUNE SYSTEMS (AIS)

Artificial Immune Systems, AIS, veštački imuni sistemi, su svoju inspiraciju pronašli u imunim funkcijama, principima i modelima. Primarna funkcija biološkog imuno sistema je da zaštititi telo od stranih molekula poznatih kao antigeni. Telo ima veliku sposobnost prepoznavanja između stranih ćelija (strana tela ili antigeni) i ćelija samog tela (sopstvene ćelije). Imuni sistem poseduje mnoge specifičnosti kao što su jedinstvenost, autonomnost, prepoznavanje stranih tela, distributivno uočavanje i tolerancija buke.

U ovoj tehnici, kombinacija GA i metoda najmanjih kvadrata (the least-squares method) omogućava pronalaženje izvodljivih rešenja i odgovarajućih konstanti za ta rešenja. Ovaj pristup prevazilazi nedostatke tradicionalnih metoda i *metoda neuralnih mreža* koje su se do tada koristile za pojedine probleme u građevinarstvu [7]. Različiti AIS su predloženi za rešavanje inženjerskih problema: Clonal Selection Algorithm, Negative Selection Algorithm, Immune Network Algorithms, Dendritic Cell Algorithms..., a u skladu sa karakteristikama raznovrsnosti imunog sistema. Sam algoritam ima mnogo aspekata za poboljšanje, kao što parametri selekcije, teorije diskusija i sl., pa za sada ove metode nemaju neku širu primenu.

GENETIC PROGRAMMING (GP)

Genetic programming, GP, genetsko programiranje, je model koji ideju biološke evolucije koristi za kompleksne optimizacione probleme [3]. U osnovi, GP je skup instrukcija i fitness funkcija koje mere koliko dobro je računar izvršio neki zadati problem. U svom radu, Aminian i saradnici [2] predstavljaju nov empirijski model za procenu osnovnih napona savijanja za ravanske čelične konstrukcije opterećene seizmičkim opterećenjem. Model predstavlja hibridni algoritam koji se sastoji od GP i simulacije kaljenja (Simulated annealing, SA), koji se zove GP/SA. Uprkos svom imenu, simulacija kaljenja nema ništa istovetno ni sa simulacijom ni sa kaljenjem. Simulacija kaljenja je tehnika rešavanja problema koja se bazira na analogiji sa načinom na koji se metal kuje u cilju povećanja svoje čvrstoće. U analogiji između kombinatorijskog optimizacionog problema i procesa kaljenja, stanja tela predstavljaju moguća rešenja optimizacionog problema, energije stanja odgovaraju vrednostima predmetnih funkcija, stanje minimalne energije odgovara optimalnom rešenju problema, a ubrzano hlađenje može da se posmatra kao lokalni optimum. Uobičajeno, algoritam se sastoji od iteracionih koraka. Svaka iteracija se sastoji od slučajne promene trenutnog rešenja da bi se u njegovoj okolini stvorilo novo rešenje. Okolina se definiše po izboru generacionog mehanizma.

3. METAHEURISTIČKE METODE

Metaheurističke metode koje se baziraju na inteligenciji rojeva, gde pojedine jedinke populacije unapređuju svoje ponašanje međusobnom interakcijom, ali i interakcijom sa okolinom, postaju vrlo atraktivne na istraživačkom polju poslednjih godina. Zato što "meta-" znači "viši nivo", metaheuristički u nazivu znači potraga za rešenjem korišćenjem naprednijih tehnika.

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)

Particle swarm optimization, PSO, optimizacija roja čestica i Swarm intelligence, inteligencija rojeva (teorija rojeva) je optimizaciona tehnika sa brojnim rešenjima koji se zovu čestice, a koje se kreću kroz istraživački prostor tražeći najbolje, optimalno rešenje [11]. Jedinke jedne vrste su u prirodi često organizovane u skupine koje se nazivaju jata, čopori, stada, krda, rojevi. One u ovakvim zajednicama međusobno saraduju i deluju na okolinu zajedničkim snagama kako bi postigle neki zajednički cilj do kog bi teško stigle samostalno. Prednosti ovakve saradnje su značajne u situacijama gde ne postoji opšte znanje o spoljnoj sredini. Često se, u istraživanju posvećenom veštačkoj inteligenciji, sve ovakve grupe jedinki nazivaju rojevi, a ponašanje koje potiče iz njihovog zajedničkog delovanja se naziva inteligencija rojeva.

Veliki broj istraživanja u oblasti veštačke inteligencije je usmeren ka analizi ponašanja rojeva, jer bi razumevanje njihovih obrazaca ponašanja na raspolaganje stavilo znanje stečeno nakon miliona godina evolucije. Najčešće posmatrani primeri ovakvog ponašanja su: *mravi*, koji komuniciraju ostavljajući feromone za sobom duž puta koji su prešli kako bi ostali našli najkraći put do izvora hrane; *pčele*, koje koriste ples da bi saopštile ostalim članovima roja da ih prate do predela koji su bogati nektarom; *bakterije*, koje koriste molekule da lokalno razmene informacije o njihovoj okolini; *ptice i ribe*, koje se skupljaju u jatima kako bi imale veće šanse za preživljavanje u slučaju nailaska grabljivica. PSO deli mnogo sličnosti sa tehnikama evolucijskog računanja. Pomoću PSO-a optimum se traži obnavljanjem generacija. Ali, za razliku od GA, u PSO algoritmu ne postoje evolucionari operatori kao što su ukrštanja ili mutacije. Od vremena

uvođenja ovih metoda, 1995. godine, tehnike programiranja su uveliko unapređene, a originalan algoritam je gotovo i neprepoznatljiv u odnosu na današnje verzije.

ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO)

Ant Colony Optimization, ACO, optimizacija mravlje kolonije je metaheuristički pristup za rešavanje složenih kombinatoričkih optimizacionih problema, u upotrebi poslednjih par godina [6]. Inspiracija za ovaj pristup je trag feromona (*pheromone*) i posledično ponašanje mrava u prirodi koji koriste feromon kao komunikacioni medium. Mravi su socijalni insekti, koji žive u kolonijama i čije ponašanje je više posvećeno preživljavanju kolonije nego jedinke u njoj. Veliku stručnu pažnju je privukao način na koji mravi, na svom nivou biološke nerazvijenosti, pronalaze najkraći put između izvora hrane i svog gnezda. Oni to postižu lučeći supstancu nazvanu feromon tokom svog kretanja. Ovaj hemijski trag detektuju drugi mravi, koji ga jednostavno prate.

CUCKOO SEARCH (CS)

Međunarodni istraživački tim je u parazitskom ponašanju kukavica pronašao inspiraciju za novu metodu optimizacije. Xin-She Yang, sa univerziteta Kembridž u Engleskoj i Suash Deb, C. V. sa Visoke tehničke škole Raman, u Bhubaneswaru, u Indiji [14], su 2009. godine utvrdili novi metod za rešavanje problema optimizacije. Cuckoo search (CS) se bazira na sledećim pretpostavkama: Svako jaje u gnezdu predstavlja rešenje, dok kukavičje jaje predstavlja optimalno rešenje. Cilj je da se dobije novo i potencijalno bolje rešenje (kukavičje jaje) da bi se zamenilo ne tako dobro rešenje u gnezdu. U najprostijoj formi, svako gnezdo ima samo jedno jaje. Algoritam može da se proširi na komplikovanije slučajeve gde veći broj jaja u gnezdu predstavlja skup rešenja.

FIREFLY ALGORITHM (FA)

Firefly Algorithm, FA, algoritam svitaca [13], je novi algoritam za rešavanje diskretnih/kontinualnih problema optimizacije u raznim oblastima, pa i u građevinarstvu. FA oponaša socijalno ponašanje svitaca bazirano na njihovim karakteristikama svetlucanja.

U ovom algoritmu uvode se sledeće pretpostavke:

- svi svici su istopolni, što znači da se međusobno privlače bez obzira na pol,
- svetlucanje i međusobno privlačenje deluje tako da svitac koji manje svetli prilazi onom sa više svetlećih efekata,
- svetlucanje i međusobno privlačenje opada kako se distanca između svitaca povećava,
- svetlost svica se određuje u smislu predmetne funkcije.

Za maksimiziranje problema, svetlost je prosto proporcionalna vrednosti predmetne funkcije. Drugi oblici svetlosti se definišu na isti način kao fitness funkcije kod genetskih algoritama.

Ova algoritam ima nekoliko nedostataka. Prvi je zaglavljivanje iterativnog postupka u lokalnom ekstremumu. Dalje, parametri u algoritmu se pretpostavljaju fiksnim i ne menjaju se tokom vremena. Osim toga, algoritam ne može da pamti prethodne iteracije za svakog pojedinačnog svica, pa se proračun nastavlja iako je optimalno rešenje ponekad preskočeno.

```
Firefly Algorithm
begin
  Objective function  $f(\mathbf{x})$ ,  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_d)^T$ 
  Generate initial population of fireflies  $\mathbf{x}_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )
  Light intensity  $I_i$  at  $\mathbf{x}_i$  is determined by  $f(\mathbf{x}_i)$ 
  Define light absorption coefficient  $\gamma$ 
  while ( $t < \text{MaxGeneration}$ )
    for  $i = 1 : n$  all  $n$  fireflies
      for  $j = 1 : i$  all  $n$  fireflies
        if ( $I_j > I_i$ )
          Move firefly  $i$  towards  $j$  in  $d$ -dimension via Levy flights
        end if
        Attractiveness varies with distance  $r$  via  $\exp[-\gamma r^2]$ 
        Evaluate new solutions and update light intensity
      end for  $j$ 
    end for  $i$ 
    Rank the fireflies and find the current best
  end while
  Postprocess results and visualization
end
```

Slika 1: Pseudo-code za FA [13]

THE INTELLIGENT WATER DROPS ALGORITHM (IWD)

The intelligent water drops algorithm, IWD, algoritam kapljica vode: novi algoritam inspirisan prirodom, baziran na teoriji rojeva. Voda u prirodi obično pronalazi jedan od mnogih puteva od izvorišta do cilja. Ovaj put je deo procesa akcije i interakcije između kapljica vode i okoline-zemljišta [12]. Svako projektnoj promenljivoj se dodeljuju karakteristike vezane za brzinu kretanja i tip zemljišta. IWD počinje svoj put od izvora do cilja sa inicijalnom brzinom i sa vrednošću podloge-zemljišta jednakoj nuli. Tokom puta, kapljice ubrzavaju nailazeći na različite vrednosti zemljišta. IWD teče u diskretnim koracima. Sa trenutne lokacije do sledećeg mesta njena brzina se povećava za iznos koji je nelinearno proporcionalan odnosu zemljišta na te dve lokacije, pa se količina zemljišta koje se dodaje nelinearno proporcionalna inverznoj veličini vremenu koje je potrebno da se pređe između ove dve lokacije. Tako, put koji ima manje prepreka (manje zemljišta) postaje brži od puta sa više zemljišta, a vreme se računa po zakonima fizike. Vreme je proporcionalno brzini, a obrnuto proporcionalno rastojanju između dve lokacije. IWD bira uvek put sa manje prepreka.

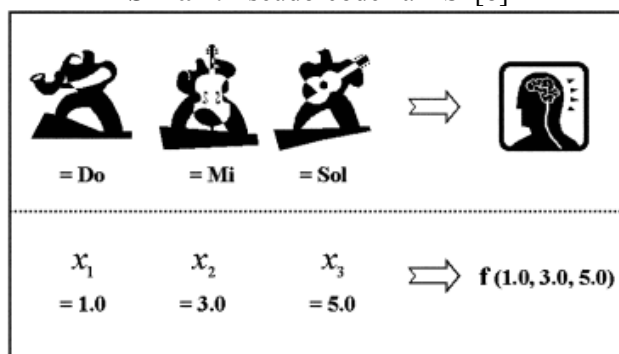
HARMONY SEARCH (HS)

Harmony Search, HS. Ovaj pristup se bazira na muzičkom izvođenju u smislu muzičareve potrebe da pronade viši nivo harmonije. Jazz improvizacije izazivaju muzički ugodnu harmoniju slično procesu optimalnog projektovanja kada se traži optimalno rešenje. Tonovi se dešavaju slučajno ili na bazi iskustva, kao što se predmetna funkcija određuje skupom vrednosti pridruženih svakoj pojedinačnoj promenljivoj. Svaki muzički instrument može biti analogan projektnoj promenljivoj, muzičke note korespondiraju različitim vrednostima rešenja, a harmonija je jednaka vektoru optimalnih rešenja [8]. HS algoritam usvaja parametar r_{accept} [0,1], koji se zove memorija harmonije. Ako je ovaj parametar mali, konvergencija je mala. Najrealnije je da se usvoji u vrednostima od 0.7 do 0.95.

Na sledećoj slici prikazan je originalni algoritam za rešavanje optimizacionih problema metodom HS.

```
Harmony Search
begin
  Define objective function  $f(x)$ ,  $x=(x_1, x_2, \dots, x_d)^T$ 
  Define harmony memory accepting rate ( $r_{accept}$ )
  Define pitch adjusting rate ( $r_{pa}$ ) and other parameters
  Generate Harmony Memory with random harmonies
  while (  $t < \text{max number of iterations}$  )
    while (  $i \leq \text{number of variables}$  )
      if (  $\text{rand} < r_{accept}$  ), Choose a value from HM for the variable  $i$ 
        if (  $\text{rand} < r_{pa}$  ), Adjust the value by adding certain amount
        end if
      else Choose a random value
      end if
    end while
    Accept the new harmony (solution) if better
  end while
  Find the current best solution
end
```

Slika 2: Pseudo-code za HS [8]



Slika 3: Analogija delovanja između muzičkih improvizacija i inženjerskih optimizacija

GRAVITATIONAL SEARCH ALGORITHM (GSA)

Gravitational Search Algorithm, GSA, algoritam koji se bazira na gravitacionoj pretrazi, zasniva se na Njutnovim zakonima gravitacije. Posmatra se izolovan sistem masa, gde svaka masa predstavlja rešenje dobijeno na bazi Njutnovih zakona. Svaka čestica privlači druge čestice silom koja je direktno proporcionalna proizvodu njihovih masa, a indirektno proporcionalna kvadratu njihovih rastojanja. Masa

objekta se izračunava fitness funkcijom. Projektne promenljive koje imaju veću masu su bliže svojim optimalnim veličinama [1]. Svaka promenljiva poseduje četiri karakteristične vrednosti: pozicija, inercija, aktivna gravitaciona masa, pasivna gravitaciona masa.

4. ZAKLJUČAK

Čitav je niz inženjerskih problema koji su se poslednjih decenija rešavali, manje ili više uspešno, primenom gorepomenutih metoda i tehnika. Sami autori su se takođe bavili ovom problematikom i rešavali različite inženjerske optimizacione probleme, često upoređujući više različitih metoda radi analize dobijenih rešenja [4,5].

Obzirom da sa jednim od prethodno navedenih algoritama ne mogu da se dobiju adekvatna rešenja za sve inženjerske probleme, zahtevi za razvoj novih i unapređenih tehnika veštačke inteligencije su konstantno aktuelni.

ZAHVALNOST

U radu je prikazan deo istraživanja koje je pomoglo Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru projekta TR 36017

LITERATURA

- [1] Holland, J.H. (1975.) *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan
- [2] Hyoungh-Seog C., Juan J. A., (2004) *Multiobjective Optimization Using Approximation Model-Based Genetic Algorithms*, AIAA
- [3] Farmer, J. D., Packard, N. H., Perelson, A. S. (1986) *The immune system, adaptation, and machine learning*, *Physica D*, vol. 22, br. 1–3, str. 187–204
- [4] Banzhaf, W., Nordin, P., Keller, R. E., Francone F. D. (1998), *Genetic Programming: An Introduction: On the Automatic Evolution of Computer Programs and Its Applications*, Morgan Kaufmann
- [5] Aminian, P., Javid, M. R., Asghari, A., Gandomi, A. H., Esmaeili, M. A. (2011) *A robust predictive model for base shear of steel frame structures using a hybrid genetic programming and simulated annealing method*, *Neural Computing and Applications*, vol. 20, br. 8, str. 1321–1332
- [6] Kennedy, J., Eberhart, R. (1995) *Particle Swarm Optimization*, *IEEE International Conference on Neural Networks*, vol. IV, str. 1942–1948, Piscataway, NJ, IEEE press
- [7] Dorigo, M. (2004), *The Ant Colony Optimization Metaheuristic: Algorithms, Applications, and Advances*, Brussels, Belgium
- [8] Yang, X.S., Deb, S., (2009) *Cuckoo search via Lévy flight*, *World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing (NaBIC 2009)*. IEEE Publications. str. 210–214.
- [9] Yang, X. S., (2010) *Engineering Optimization: An Introduction with Metaheuristic Application*, Wiley & Sons, New Jersey
- [10] Shah-Hosseini, H., (2009) *The intelligent water drops algorithm: a nature-inspired swarm-based optimization algorithm*, *J. Bio-Inspired Computation*, Vol. 1, Nos. 1/2
- [11] Geem, Z.W., Kim, J.H., Loganathan, G.V., (2001) *A new heuristic optimization algorithm: Harmony search*, *Simulation*, br.76, str.60–68
- [12] Abarghouei, A. A.,(2010) *A novel solution to travelling salesman problem using fuzzy sets, gravitational search algorithm, and genetic Algorithm*, *Dissertation*, Universiti Teknologi Malaysia, Faculty of Computer Science and Information Systems, Malaysia
- [13] Ćirović, G., Mitrović, S., Nikolić, D.(2013) *Optimizacija konstrukcija uporednom primenom genetskih algoritama i kuku pretrage*, *Deveti međunarodni naučno-stručni skup "Savremena teorija i praksa u graditeljstvu"*, Banja Luka, 2013.
- [14] Ćirović, G., (2013) *Engineering optimizations in civil engineering applying the method of soft computing*, *Contemporary Civil Engineering Practice 2013, Proceedings*, 137-157.



METOD PROCENE TROŠKOVNO ZNAČAJNIH GRUPA RADOVA

METHOD OF ESTIMATION OF COST-SIGNIFICANT GROUPS OF WORKS

IGOR PEŠKO¹, GORAN ĆIROVIĆ², MILAN TRIVUNIĆ¹, VLADIMIR MUČENSKI¹, JASMINA DRAŽIĆ¹

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, igorbp@uns.ac.rs

² Visoka građevinsko geodetska škola u Beogradu, Građevinski odsek, cirovic@sezampro.rs

Rezime: Građevinarstvo predstavlja specifičnu granu industrije sa svih aspekata, pa tako i sa aspekta procene troškova izgradnje (realizacije) projekata. Stalna težnja učesnika u realizaciji građevinskih projekata (investitor, izvođač,...) je da u što kraćem vremenskom periodu i sa prihvatljivom tačnošću procene dva osnovna parametra realizacije, a to su troškovi vreme. Jedan od često korišćenih metoda brze procene troškova je metod troškovno značajnih pozicija radova. U okviru rada je prikazan metod koji se može nazvati procena troškovno značajnih grupa radova za izgradnju gradskih saobraćajnica. Istraživanje je sprovedeno na osnovu prethodno formirane baza podataka o realizaciji građevinskih projekata (gradske saobraćajnice) na širem području grada Novog Sada u periodu od 2005 do 2012 godine.

Ključne reči: troškovno značajne grupe radova, gradske saobraćajnice, procena

Abstract: Civil engineering presents a specific branch of industry from all aspects, including the aspect of estimation of construction costs (realization) of projects. The constant tendency of participants in the realization of a construction process (investor, contractor,...) is to estimate within the shortest possible interval of time and with acceptable accuracy the two basic parameters of realization, i.e. the costs and duration. One of a commonly used methods of rapid estimation of costs is the method of cost-significant positions of works. This paper presents a method which can be referred to as estimation of cost-significant groups of works for the construction of urban roads. The research was conducted based on a previously created data base on the realization of construction projects (urban roads) on the broader territory of the city of Novi Sad in the period between 2005 and 2012.

Keywords: cost-significant groups of works, urban roads, estimation

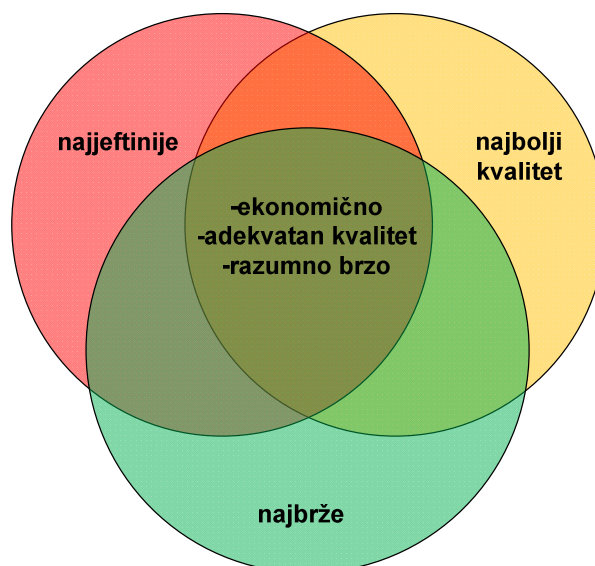
1. UVOD

Građevinarstvo predstavlja specifičnu granu industrije sa svih aspekata. Osnovni razlog tome su upravo karakteristike građevinskih objekata kao i uslovi njihove realizacije. Još jedna od specifičnosti realizacije građevinskih projekata je ta da u postupku realizacije učestvuje veliki broj učesnika sa različitim ulogama. Ključnu ulogu u realizaciji građevinskih projekata svakako ima investitor, koji je ujedno i inicijator realizacije građevinskog projekta.

Investitor prilikom realizacije građevinskog projekta, ili njegovog dela, iziskuje ispunjenje postavljenih ciljeva (troškovi, vreme izgradnje i kvalitet), slika 1, a jedini način da se ispunjenje tih ciljeva realizuje jeste sklapanje jasnog ugovora za realizatorima (projektanti, izvođači i sl.). Sva tri prethodno navedena parametra (cilja) predstavljaju ujedno i osnovne odredbe ugovora o građenju i opremanju objekta zaključenog između investitora i izvođača. (Ćirović i Luković, 2007)

Svi projekti prikupljeni za potrebe istraživanja ugovoreni su u procesu javnog nadmetanja sa predkvalifikacionim postupkom. U procesu definisanja najpovoljnijeg ponuđača najveće učešće u ukupnom broju mogućih bodova ima ukupna ponuđena cena 95% dok je drugi parametar vreme realizacije sa učešćem od svega 5%, što implicira da su troškovi realizacije (izgradnje) dominantni njihovoj proceni treba posvetiti posebnu pažnju.

Na samom početku realizacije građevinskog projekta zbog ograničenog broja raspoloživih podataka uobičajena je upotreba metoda za brzu procenu troškova. Jedan od često korišćenih metoda brze procene troškova je baziran na troškovno značajnim pozicijama radova.

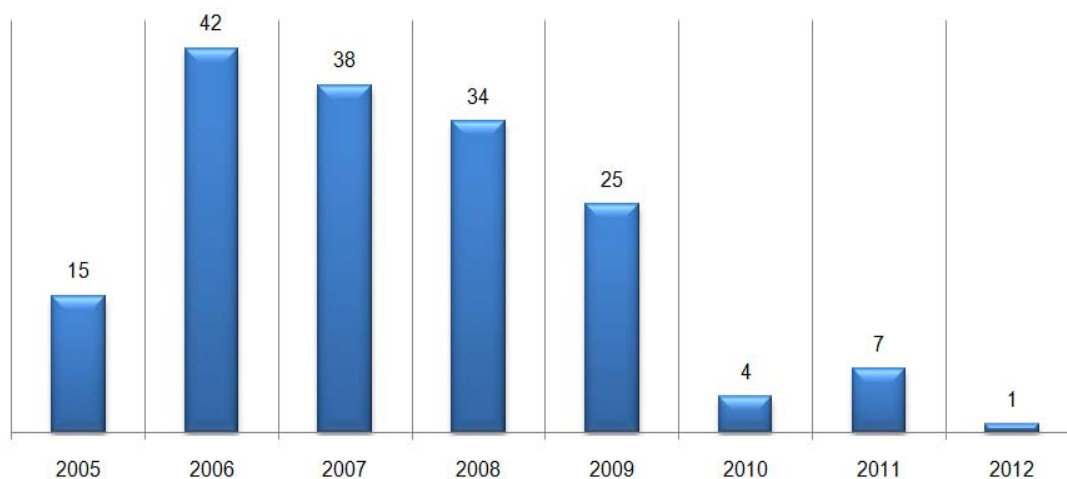


Slika 1: Troškovi, vreme i kvalitet i njihovi međusobni uticaji

2. PRIKAZ FORMIRANE BAZE PODATAKA

Eksperimentalno istraživanje, tj. prikupljanje podataka i formiranje adekvatne baze podataka o realizovanim građevinskim (investicionim) projektima izgradnje gradskih saobraćajnica je izvršeno na području Novog Sada.

Razmatrani uzorak obuhvata sve građevinske projekte izgradnje/regonstrukcije gradskih saobraćajnica realizovane na teritoriji Grada Novog Sada u periodu od januara 2005. do decembra 2012. Uzorak obuhvata 166 ugovorenih i realizovanih građevinskih projekata izgradnje/rekonstrukcije gradskih saobraćajnica. Na slici 2 je dat prikaz broja prikupljenih ugovorenih i realizovanih projekata po godinama.

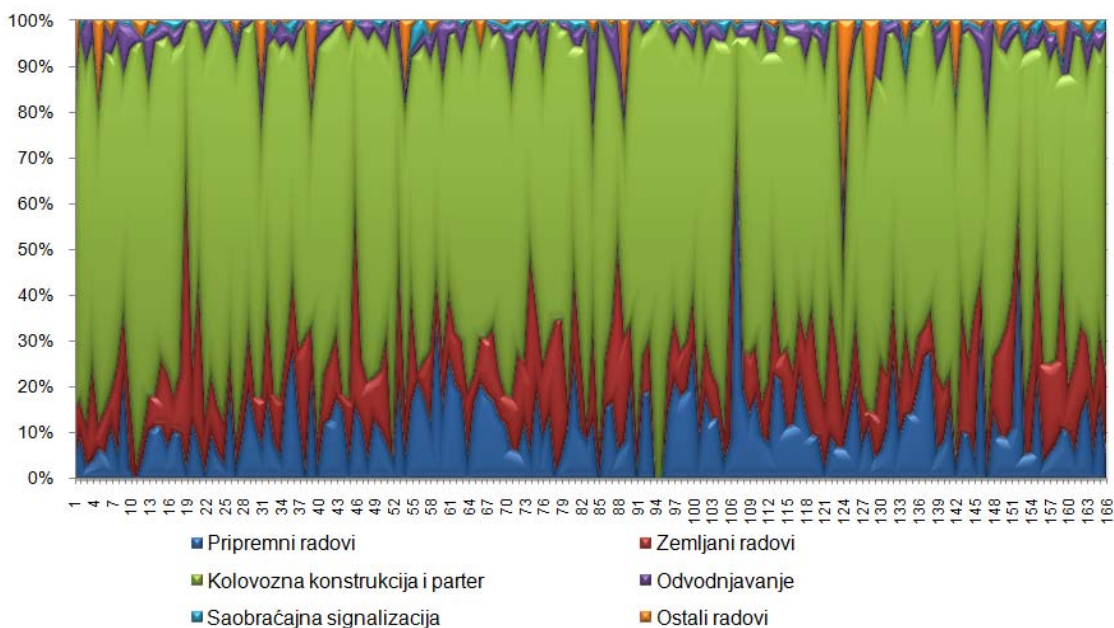


Slika 2: Broj analiziranih projekata po godinama

Podela radova u okviru predmera je izvršena na grupe radova: pripremni radovi, zemljani radovi, radovi na izvođenju kolovozne konstrukcije i parternog uređenja, radovi odvodnjavanja, radovi na izvođenju saobraćajne signalizacije i ostali radovi.

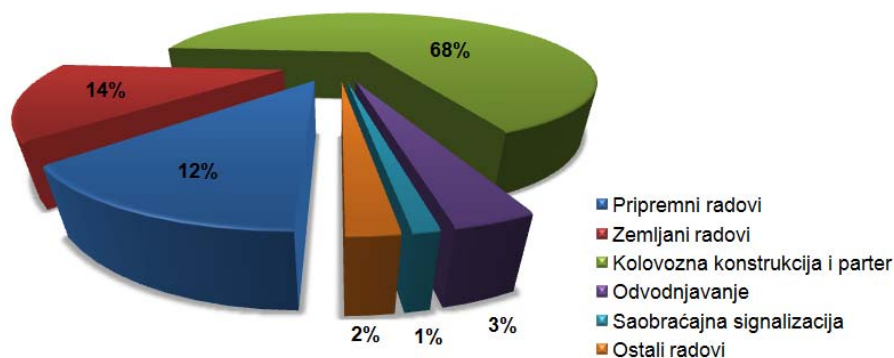
Na slici 3 je prikazana procentualna zastupljenost vrednosti grupa radova za svih 166 analiziranih projekata. Sa slike je jasno uočljiva velika zastupljenost vrednosti radova na izradi kolovozne konstrukcije i parternog uređenja u ukupnom ponđenom iznosu u odnosu na ponuđene vrednosti za realizaciju svih ostalih grupa radova.

Procentualna zastupljenost vrednosti radova na izradi kolovozne konstrukcije i parternog uređenja u ukupnoj ponuđenoj vrednosti se kreće u granicama od od 22,24% do 100% (samo dva slučaja gde je predviđena realizacija samo pomenutih radova).



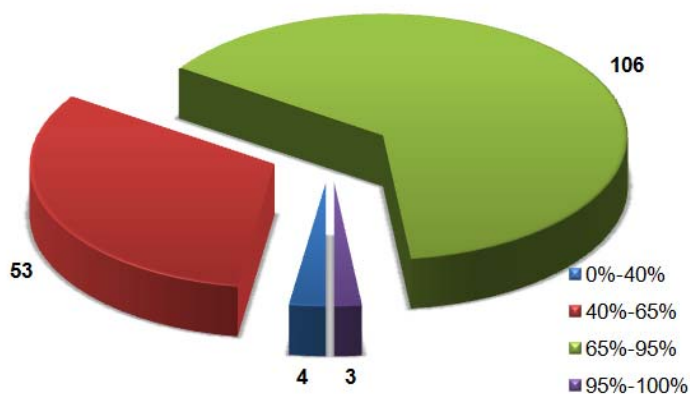
Slika 3: Procentualan zastupljenost radova po grupama u ukupnoj ponuđenoj vrednosti

Na slici 4 su prikazane srednje vrednosti procentualne zastupljenosti po grupama radova u ukupnoj ponuđenoj vrednosti za realizaciju radova.



Slika 4: Srednja vrednost procentualne zastupljenosti radova po grupama u ukupnoj ponuđenoj vrednosti

Da bi se dobila detaljnija slika učešća troškova realizacije kolovozne konstrukcije i parternog uređenja izvršeno je prebrojavanje i rangiranje projekata prema veličini procentualne zastupljenosti pomenutih troškova u ukupnoj ponuđenoj vrednosti za realizaciju. Slika 5 oslikava broj projekata prema udelu vrednosti radova kolovozne konstrukcije i parternog uređenja u ukupnoj ponuđenoj vrednosti.

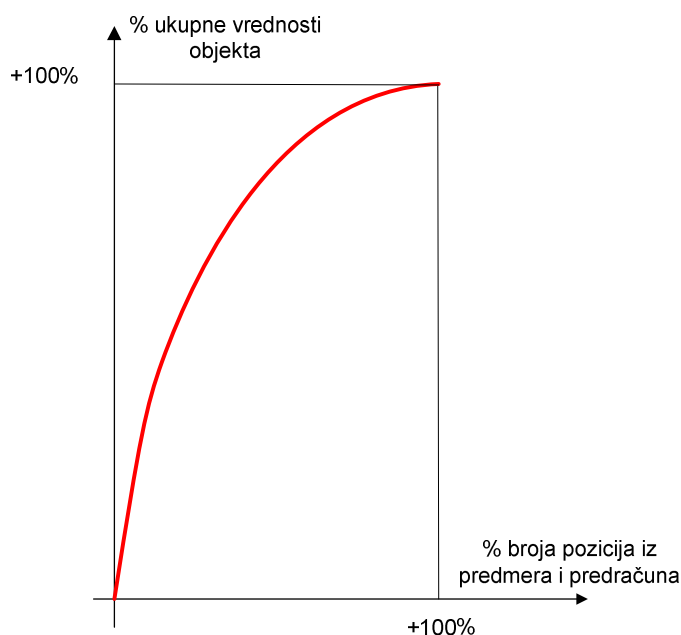


Slika 5: Broj projekata prema udelu radova kolovozne konstrukcije i parternog uređenja u ukupnoj ponuđenoj vrednosti

Sa slike 5 je jasno uočljivo da se u intervalu od 65% do 95% nalazi 106 projekata, odnosno 63,86% ukupnog broja analiziranih projekata. Međutim kod značajano broja projekata (53), tj. 31,93% ukupnog uzorka, šrpcentualno učešće radova na realizaciji kolovozne konstrukcije i parternog uređenja se kreće u granicama od 40-65%.

3. TROŠKOVNO ZNAČAJNE GRUPE RADOVA

Metodologija procene na osnovu troškovno značajnih pozicija radova (*cost-significant items*), odnosno osnovna ideja o takvom pristupu, potiče s kraja XIX veka. Vilfredo Pareto (1848-1923), italijanski ekonomista, je došao do zaključka da u nekoliko evropskih zemalja postoji pravilo da 20% stanovništva donosi 80% državnog prihoda. Funkcija prikazana na slici 6 je dobila naziv prema autoru *Pareto-raspodela* (slika 6).



Slika 6: Pareto raspodela

Istraživanja i publikovani radovi su potvrdili da pravilo 80/20 ima značajnu mogućnost primene u građevinarstvu pogotovo za formiranje i razradu *konceptualne i preliminarne procene troškova* sa stanovišta izvođača radova. Teorija modela se zasniva na pretpostavci da mali broj pozicija iz predmera i predračuna radova ($\approx 20\%$) definiše veliki deo ukupnih troškova realizacije građevinskih projekata ($\approx 80\%$). (Asim i Horner, 1989; Saket i ostali 1986; Horner i ostali, 1990)

Istraživanja sprovedena od strane Građevinskog fakulteta u Beogradu na definisanju troškova izgradnje cevovoda u gradskim uslovima definisano je da postoji 46% troškovno značajnih pozicija radova koje definišu 75-90% ukupnih troškova. Međutim preciznost procene je $\pm 25-35\%$ što je ocenjeno kao nedovoljno, a uzrok tome je raznorodna struktura analiziranih istorijskih podataka koji se odnose na poprečne preseke cevovoda. (Ivković i Popović, 2005)

Model baziran na troškovno značajnim pozicijama radova je moguće kombinovati sa drugim modelima procene troškova. Feng i Zheng (2009) su recimo za procenu troškova izgradnje autoputeva kombinovali model troškovno značajnih pozicija radova sa modelom baziranim na NNs (*neural networks*) teoriji.

Nakon definisanja troškovno značajnih stavki i njihov procentualni uticaj na ukupne troškove pruža se mogućnost procene ukupnih troškova bez razmatranja pozicija koje nisu troškovno značajne.

Ukupan broj potencijalnih pozicija radova na realizaciji svih osnovnih radova prema „*Tehnički opis pozicija radova za izgradnju i opremanje puteva i saobraćajnica*“ je 91, a ukupan broj potencijalnih pozicija radova na realizaciji radova kolovozne konstrukcije i parternog uređenja je 18.

Procentualno učešće pozicija vezanih za realizaciju radova na kolovoznoj konstrukciji i parternom uređenju iznosi 19,78% što je približno jednako procentu troškovno značajnih pozicija prema „Pareto“ raspodeli koja iznosi 20%. Ako se uzme u obzir i da se za 63,86% analizirana projekta učešće u ukupnoj ceni nalazi u intervalu $\pm 15\%$ u odnosu na 80% ukupne ponuđene vrednosti može se reći da su radovi na realizaciji kolovozne konstrukcije i parternog uređenja, tj. pozicije na realizaciji istih, troškovno značajne prema „Pareto“ raspodeli, odnosno raspodeli 20/80.

Dakle, u konkretnom slučaju za izgradnju gradskih saobraćajnica primenom metode troškovno značajnih grupa radova dovolju preciznost bi pružila procena samo radova koji se odnose na izgradnju kolovozne konstrukcije i parternog uređenja. Definisani troškovi na osnovu formirane baze podataka prosečno čine $\approx 68\%$ ukupnih troškova.

Slična istraživanja su sprovedena na osnovu manjeg uzorka (130 projekata) baziranog na podacima prikupljenim od istog izvođačkog preduzeća. Srednja vrednost učešća radova na realizaciji radova kolovozne konstrukcije i parternog uređenja u ukupnoj ponuđenoj ceni je 68,46%. (Peško i ostali, 2011)

U sprovedenom istraživanju proširena je baza podataka i dobijena je približno ista prosečna vrednost procentualnog učešća pomenutih radova ukupnoj ponuđenoj ceni. Na osnovu sprovedeni istraživanja može se zaključiti da radovi na realizaciji kolovozne konstrukcije i parternog uređenja čine približno 70% ukupne ponuđene cene. Primenom ove tvrdnje u proceni troškova može se ostvariti zadovoljavajuća tačnost procene u početnim fazama kao što je konceptualna procena sa stanovišta izvođača radova. Takođe metod troškovno značajnih grupa može predstavljati prethodnu pripremu podataka za dalje analize i primenu drugih metoda procene troškova izgradnje.

4. ZAKLJUČAK

Metod procene troškova baziran na proceni troškova realizacije „troškovno“ značajnih pozicija, u ovom slučaju troškovno značajnih grupa radova, pruža mogućnost brze i dovoljno precizne procene u ranim fazama procenjivanja troškova realizacije. Takođe preporučljivo je da primena metode procene, odnosno definisanje troškovno značajnih grupa radova, predstavlja pripremu podataka za primenu preciznijih metoda procene, recimo primena veštačkih neuronskih mreža. Na taj način bi se veća pažnja posvetila uticajnim faktorima na troškovno značajnu grupu radova, konkretno u slučaju sprovedenih istraživanja na grupu radova izrade kolovozne konstrukcije i parternog uređenja. Iz pomenutog razloga preporučljivo je da građevinske kompanije i ostali učesnici u realizaciji građevinskih projekata koji poseduju adekvatnu bazu podataka o prethodno realizovanim projektima definišu troškovno značajne grupe radova kako bi se procene za buduće projekte brže i preciznije procenile na samom početku.

ZAHVALNOST

U radu je prikazan deo istraživanja koje je pomoglo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru tehnološkog projekta TR 36017 pod nazivom: "Istraživanje mogućnosti primene otpadnih i recikliranih materijala u betonskim kompozitima, sa ocenom uticaja na životnu sredinu, u cilju promocije održivog građevinarstva u Srbiji".

LITERATURA

- [1] Asim, M., Horner, R.M.W. (1989). *Economical Construction Design Using Simple Cost Models*, University of Dundee, UK.
- [2] Ćirović, G., Luković, O. (2007). *Finansijsko poslovanje i investicije u građevinarstvu*, Visoko građevinsko-geodetska škola, Beograd.
- [3] Feng, L., Xin-Zheng, W. (2009). *The Study of the Usage of Cost-significant Theory and Neural Network in Project Cost Estimation*, Intelligent Systems and Applications, 2009, ISA 2009, Wuhan, P.R. China, May 23-24, pp. 1-4
- [4] Horner, R.M.W., Murray, M., McLaughlin, A. (1990). *BRIDGET – A Cost Estimating Suite for Highway Structures*, Highways & Transportation, 37 (5), pp.14-18
- [5] Ivković, B., Popović, Ž. (2005). *Upravljanje projektima u građevinarstvu*, Građevinska knjiga, Beograd.
- [6] Peško, I., Ćirović, G., Mučenski, V., Tepić, Ž., Dražić, J., Trivunić, J. (2011). *Analysis and Preparation of Data in Neural Networks Calculation Stage for The Purpose of Creating Business Proposals*, 10th OTMC Conference on Organization, Technology, Management and Economy – Book of Abstracts, Sibenik, Croatia, September 1-2.
- [7] Saket, M.M., McKay, K.J., Horner, R.M.W.(1986). *Some Application of the Principle of Cost-Significance*, University of Dundee, UK,



PREDVIĐANJE ČVRSTOĆE PRI PRITISKU CEMENTNIH KOMPOZITA SA VRLO VISOKIM MEHANIČKIM SVOJSTVIMA PRIMENOM POTPORNIH VEKTORA

PREDICTION OF COMPRESSIVE STRENGTH OF CEMENT COMPOSITES WITH VERY HIGH MECHANICAL PROPERTIES BY SUPPORT VECTOR MACHINE

GORAN ČIROVIĆ¹, DRAGAN NIKOLIĆ², SNEŽANA MITROVIĆ¹

¹ Visoka građevinsko-geodetska škola, Beograd, cirovic@sezampro.rs

² Institut IMS, Beograd, dragan.nikolic@institutims.rs

Rezime: U radu je prikazana primena jedne od savremenih metoda veštačke inteligencije, metode potpornih vektora (Support Vector Machine - SVM) kojom je moguće izvršiti klasifikaciju uzoraka i regresionu analizu. Za eksperimentalno dobijene podatke ispitivanja čvrstoće pri pritisku betona ultra visokih čvrstoća (Ultra High Performance Concrete - UHPC) je odabran skup podataka kojim se definiše zavisnost čvrstoće pri pritisku u odnosu na sadržaj silikatne prašine, čeličnih vlakana i primenjeni režim nege uzoraka. Pokazano je da se primenom ove metode mogu predvideti mehanička svojstva kompozita na osnovu navedenih parametara.

Ključne reči: Potporni vektori, Regresiona analiza, Beton ultra visokih čvrstoća

Abstract: This paper describes the application one of modern artificial intelligence methods, Support Vector Machine - SVM which can be made to classify samples and regression analysis. The set of experimentally test data of compressive strength of Ultra High Performance Concrete - UHPC is a selected to defining the dependence of compressive strength in relation to the silica fume and steel fibres content, and applied care regime. It is shown that SVM can be used to predict the mechanical properties of composites based on these parameters.

Keywords: Support vector machine, Regression, Ultra high performance concrete

1. UVOD

Silikatna prašina se već decenijama ne može smatrati samo otpadnim materijalom u metalnoj industriji, jer kao nusproizvod pri proizvodnji silicijum metala i drugih legura gvožđa predstavlja materijal sa izrazitim pucolanskim svojstvima. Posедуje amorfnu strukturu sa više od 85% silicijum dioksida (SiO_2). Silikatna prašina može sadržati i tragove drugih elemenata koji se koriste u metalnoj industriji. U literature se često naziva i mikroslika ili amorfná silika.

Rezultati istraživanja norveških naučnika o primeni silikatne prašine u betonu objavljena 1952. godine mogu se svrstati među prva takve vrste u svetu. Krajem sedamdesetih godina prošlog veka, silikatna prašina je u Skandinaviji korišćena kao dodatak betonu sa izraženim reaktivnim svojstvima, a nekoliko godina potom u SAD (Koksal i dr., 2007). Do tada je prepreka za njenu širu primenu bio neprihvatljivo visok vodovezivni odnos da bi se obezbedila odgovarajuća konzistencija svežeg betona. Razvoj hemijskih dodataka – superlastifikatora omogućio je nesmetanu primenu silikatne prašine u betonu sa relativno prihvatljivom količinom vode, ali i poboljšanim mehaničkim svojstvima betona.

Silikatna prašina sadrži više od 95% čestica manjih od 1mm, dok sama raspodela čestica takođe utiče na doprinos silikatne prašine na poboljšanje svojstava cementne matrice. Zapreminska masa u nasutom stanju je između 260 i 430 kg/m^3 , dok je zapreminska masa u zbijenom stanju iznosi od 480 do 720 kg/m^3 . Specifična površina silikatne prašine određuje se BET metodom i najčešće se kreće granicama od 15000 do 25000 m^2/kg .

Primenom silikatne prašine u betonu stotine miliona finih čestica se unosi u sastav betonske mešavine koja ispunjavaju prostor između čestica cementa slično kao što sitni agregat ispunjava prazan prostor između zrna krupnog agregata. Ovaj fenomen se u literaturi se naziva model pakovanja čestica (particle packing model) ili efekat mikro-filera. Ukoliko deo čestica silikatne prašine hemijski neproreaguje, svakako će doprineti povećanju mehaničkih svojstava formirajući kompaktniju strukturu cementne matrice.

Visok sadržaj amornog silicijum dioksida čini silikatnu prašinu veoma reaktivnim pucolanskim materijalom u betonu. Tokom hidratacije cementa oslobađa se kalcijum hidroksid koji reaguje sa silikatnom prašinom formirajući kalcijum silikatne hidrate kao sekundarne produkte hidratacije.

Primena silikatne prašine značajno doprinosi poboljšanju svojstava betona i u svežem i u očvrslom stanju. U svežem stanju primena silikatne prašine povećava kohezivnost i smanjuje mogućnost pojave segregacije, dok u očvrslom stanju prednosti primene silikatne prašine se ogledaju u smanjenju propustljivosti tečnosti i gasova unutar betona, povećanje sulfatne otpornosti, smanjenju mogućnosti pojave alkalno-agregatne reakcije i povećanju mehaničkih svojstava.

Tokom poslednje dve decenije razvijen je značajan broj tehnika veštačke inteligencije. Njihova upotreba u građevinarstvu je veoma važna jer se određeni problemi pomoću njih mogu na jednostavniji način rešiti. Support vector machine (SVM) se zasniva na statističkoj teoriji učenja koju je predložio Vapnik (Vapnik, 1995)

2. UTICAJ SASTAVA MEŠAVINA I REŽIMA NEGE NA SVOJSTVA CEMENTNIH KOMPOZITA

Savremena tehnologija izrade prefabrikovanih betonskih elemenata zahteva postizanje visokih ranih čvrstoća. Hidrotermalna nega betona i primena hemijskih dodataka-ubrziavača predstavlja način da se za kratak vremenski period postignu mehanička svojstva za koja je potrebna višenedeljna nega u vodi pri temperaturi od 20°C. Time se pored utroška energije i povećanja cene proizvodnje, primena cementnih kompozita sa izuzetno visokim čvrstoćama se na taj načina ograničava samo na proizvodnju prefabrikovanih elemenata u industrijskim postrojenjima.

Velika paznja istraživača se usredsređuje na poboljšanje trajnosti cementnih kompozitnih materijala, čime se direktno utiče na očuvanje životne sredine. Formiranjem poboljšane mikrostrukture cementne matrice jedan je od glavnih faktora kojima se utice na trajnost betona.

Izlaganje betona ultra visokih čvrstoća (engl. Ultra high Performance Concrete -UHPC) povišenim temperaturama je na samom početku istraživanja svojstava ove vrste kompozita svrstana u jedan od bitnih parametara za postizanje izuzetno visokih mehaničkih svojstava. Ovaj način tretiranja uzoraka primenjuje se odmah nakon završetka vremena vezivanja jednostavnim zagrevanjem uzorka u ambijentalnim uslovima. Izlaganje betona temperaturi od 90°C značajno ubrzava proces pucolanske reakcije modifikujući mikrostrukturu formiranih hidrata, međutim formirani hidrati i dalje ostaju amorfne strukture. Tretiranje uzoraka UHPC na izrazito visokim temperaturama (250-400°C) uzrokuje formiranje kristalastih hidrataksenolita, a što dovodi do visokog stepena dehidratacije cementne paste (Richard i Cheyrezy, 1999).

Povećanjem kompaktnosti, a samim tim i zapreminske mase UHPC, utiče se na povećanje čvrstoće u kompozitu. Efikasan način povećanja zapreminske mase UHPC je primena ograničenog pritiska na svežu betonsku masu. Na taj način se redukuje uvučen vazduh u betonu i uklanja višak vode u svežem betonu. Ukoliko se pritisak na beton nanosi tokom procesa vezivanja betona (najčešće između 6 i 12h od vremena dodavanja vode u beton), moguće je eliminisati i poroznost koja nastaje usled hemijskog skupljanja. Razvoj pucolanske reakcije (relacije između silikatne prašine i Ca(OH)_2 o čemu je detaljnije navedeno u delu o formiranju produkata hidratacije u UHPC) na temperaturama preko 250°C kompletan sadržaj portlandita nastalog tokom procesa hidratacije reaguje tokom pucolanske reakcije. Primećuje se da primena pritiska tokom vezivanja ima neznatan uticaj na vrednost pucolanskog faktora.

3. POTPORN I VEKTORI

Teorija statističkog učenja prvenstveno se bavi odnosima između kapaciteta mašine za učenje i njenih performansi. Kako bi se uspostavio model poređenja mašina za učenje u zavisnosti od načinjene greške, razmatra se slučaj da postoji n primera od kojih se svaki sastoji od para ulaznih i izlaznih podataka $\{x_i, y_i, i=1, 2, \dots, n\}$, gde su x_i ulazni, a y_i odgovarajući izlazni podaci. U determinističkom procesu učenja mašina se može postaviti s funkcionalnim mapiranjem $x_i \rightarrow f(x_i, \alpha)$ podešavanjem parametra α . Kod neuronskih mreža α je težina biasa, dok kod fuzzy logike odgovara fuzzy varijablama i pravilima. Teorija statističkog učenja pretpostavlja da postoji nepoznat interval verovatnoće $P(x,y)$ sa funkcijom gustine verovatnoće $p(x,y)$ iz koje se ovi podaci uzimaju nezavisno i identično su distribuirani.

SVM predstavlja efikasan pristup u poboljšanju generalizovanih performansi modela i može biti od koristi u pronalaženju globalno optimalnog i jedinstvenog rešenja. Najčešće se primenjuje za prepoznavanje oblika i procene regresije. Sa kontinuiranim poboljšanjima, SVM je primenjiva i prilagođena za procenu nelinearne regresije za modele u kojima su neki od parametara menjaju vrednost.

Cilj strukturalne minimizacije rizika (engl. Structural Risk Minimization, SRM) je da se za zadati primer učenja odredi optimalna složenost modela. Kako bi se odredila optimalnu složenost, potrebno je odabrati

određenu funkciju iz seta funkcija. Obzirom na navedeno, zadatak se svodi na pronalaženje podskupa odabranog skupa funkcija takvog da je granica rizika za navedeni podskup minimalna. SRM princip se može implementirati učenjem serije mašina, po jedne za svaki podset, gde je za zadani podset cilj učenja minimizirati empirijski rizik. Iz serije naučenih mašina optimalna je ona sa najmanjom sumom procenjenih razlika između stvarnog i empirijskog rizika i empirijskog rizika.

Za SVM karakteristična pretraga ravni koje najbolje dele određeni skup tačaka i ističu se tri problema:

1. Ukoliko su podaci razdvojivi, pronađeno rešenje zavisi od početnih vrednosti
2. Što je prostor među klasama razdvojivih podataka manji, potrebno je veće vreme za pronalaženje razdvajajuće ravni
3. Ukoliko podaci nisu razdvojivi, algoritam ne konvergira i ciklusi se razvijaju

U slučaju razdvojivih podataka problem u tački 1 može se rešiti postavljanjem dodatnih ograničenja na hiperravan. Problem u tački 2 može se rešiti tako da se ne traži ravan u originalnom prostoru, već u nekom drugom, bitno većem prostoru dobijenom transformacijom. Promenom geometrije originalnog dvodimenzionalnog prostora projektujući ga na višedimenzionalni prostor koristeći transformaciju kako bi se dobili novi, npr. trodimenzionalni prostor.

Ponekad u dvodimenzionalnom prostoru se ne može pronaći odgovarajuća razdvajajuća linija, ali je zato za isti problem lakše naći razdvajajuću ravan u trodimenzionalnom prostoru. Na ovaj način nekada je moguće rešiti i problem u tački 3 ukoliko su podaci zaista razdvojivi, a samo izgledaju nerazdvojivi u nižim dimenzijama. Spomenuta tehnika je osnova SVM (Abe, 2005; Kecman, 2001).

Pontil i dr. (Pontil i dr., 1998) su pokazali kako je na osnovu SVM za dovoljno mali specifični slučaj moguće rešavati problem regresije SVM. Kako su izvodi i formule SVM na kojima se zasnivaju i klasifikacija i regresija u velikom delu analogni, prikazan će biti deo za regresiju, dok se izvod za slučaj klasifikacije može pronaći u literaturi (Vapnik, 1995). Umesto margine između optimalne razdvajajuće hiperravni i potpornih vektora, u regresiji se obično uzima mera greške aproksimacije. Pretpostavi li se da x i y predstavljaju merenu i predviđenu promenljivu, najčešće vrednost greške može se napisati kao:

L1 norma (najmanji moduli): $|x - y|$

L2 norma (kvadratne pogreške): $(x - y)^2$

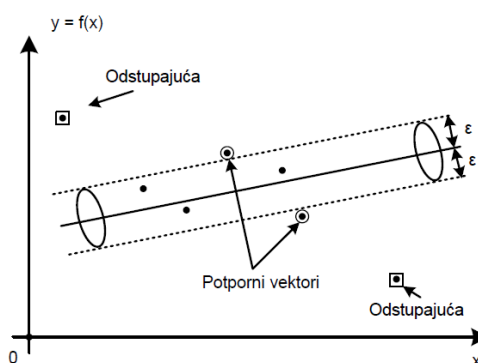
Huberova funkcija gubitaka (1) daje robusnu regresiju i povezana je s kvadratnom funkcijom gubitaka.

Ukoliko kvadratna funkcija gubitaka nakon $|\xi|$ postane linearna prelazi u Huberovu funkciju gubitaka.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{(x - y)^2}{2} \quad \text{za } |x - y| < \xi \\ \xi|x - y| - \frac{\xi^2}{2} \end{array} \right\} \quad (1)$$

Linearni model regresije zasnovane na potpornim vektorima može se opisati kao:

$$\bar{y} = f(\bar{x}) = \bar{w}^T \bar{x} + b \quad (2)$$



Slika 1: Prikaz regresije sa potpornim vektorima

Kako bi se ocenio vektor \bar{w} potrebno je pronaći minimum objektivne funkcije:

$$\min \sum_{i=1}^n V(y_i - f(x_i)) + \frac{\lambda}{2} \|\bar{w}\|^2 \quad (3)$$

gde je:

$$V(u) = \begin{cases} 0 & \text{za } |u| < \varepsilon \\ |u| - \varepsilon & \text{inače} \end{cases} \quad (4)$$

U jednačini (3), λ je regulacioni parametar i može se dobiti unakrsnim vrednovanjem (engl. cross-validation), dok je u jednačini (4) ε mera neosetljivosti na grešku i obrnuto je proporcionalan trošku C. Pri formuliranju algoritma potpornim vektorima za regresiju, potrebno je paralelno težiti minimizaciji empirijskog rizika i $\|\bar{w}\|^2$.

Na Slici 1 prikazana je primena potpornih vektora u regresionoj analizi pri aproksimaciji funkcije. Odstupajuće vrednosti označene su kvadratima, a potporni vektori kružnicama. Data je ε -neosjetljiva linearna funkcija gubitka koja određuje ε -cevi (engl. ε -tube). Ukoliko se predviđena vrednost nalazi unutar cevi, greška je jednaka nuli. Za sve ostale predviđene tačke koje leže van cevi, gubitak odgovara razlici između predviđene vrednosti i radijusa cevi.

Trošak C slično kao ε , mera je između preciznosti algoritma i troška izvođenja. Što je C veći, to se regresija potpornim vektorima približava svojoj tvrdoj granici koju dostiže u $C = \infty$. Visoke vrednosti parametra C povećavaju trošak izvođenja zbog kompleksnosti proračuna, većim brojem potpornih vektora koji se uzimaju u obzir i ukazuju da ulazni podaci nisu optimalno modelirani. C je proporcionalna funkciji troška jer njegovim smanjenjem dobija se manje vreme izvođenja uz potencijalno povećanje greške. C je uvek pozitivan broj.

Metode zasnovane na kernelima ili jezgrenim funkcijama koriste informaciju međuprodukta podataka zbog čega se mogu smatrati međuproduktima u nekom prostoru osobina (engl. feature space). Jednom kada se kernel funkcija primeni za podatke, nije potrebno pratiti pojedinačne informacije o osobinama podataka. Kada linearna regresija (ili klasifikacija) nije dovoljno dobra za rešavanje problema koristi se nelinearna varijanta. Međutim, umesto nelinearne regresije u nižim dimenzijama mogu se mapirati podaci u bogatiji prostor osobina koji je po pravilu dimenzionalniji i tu obuhvatiti problematične nelinearne osobine. Najčešći tipovi kernela su: linearni, radijalni (engl. radial basis function, RBF), polinomni, Markovljevi, Fourierovi i dvoslojni neuronski kernel. Navedeni tipovi kernela poznati su kod korišćenja u problemima regresije vremenskih serija, međutim većina radova koristi RBF kernel.

Eksperimentalno je pokazano da je RBF kernel osim za slučajeve vrlo visokog troška (C) bolji od linearnog u svim nelinearnim problemima obzirom da je njegov uopšteni oblik. Takođe, pokazano je da je RBF kernel bolji od neuronskog jer za manji trošak proračuna daje približno jednak rezultat.

Za većinu stvarnih problema nelinearna regresija daje bolji rezultat od linearne. Kerneli se koriste zbog problema sa "eksplozijom dimenzija" poznatim i kao problem dimenzionalnosti (engl. curse of dimensionality). Korišćenjem ε -neosjetljive linearne funkcije gubitaka za nelinearnu regresiju problem se definiše sa:

$$\min \varepsilon \sum_{i=1}^n (\alpha_i + \alpha_i^*) + \sum_{i=1}^n y_i (\alpha_i + \alpha_i^*) + \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n (\alpha_i + \alpha_i^*) (\alpha_j + \alpha_j^*) K(\bar{x}_i, \bar{x}_j) \quad (5)$$

u odnosu na $(\alpha_i + \alpha_i^*)$, a uz ograničenja $0 \leq \alpha_i, \alpha_i^* \leq C$ za $i=1, \dots, n$ i $\sum_{i=1}^n \alpha_i = \sum_{i=1}^n \alpha_i^*$. Kernel funkcija $K(\bar{x}_i, \bar{x}_j)$ menja problematične međuprodukte. Regresiona funkcija u ovom slučaju menja oblik u:

$$f(\bar{x}) = \bar{w}^T \bar{x} + b = \sum_{i=1}^n (\alpha_i + \alpha_i^*) K(\bar{x}_i, \bar{x}_j) + b \quad (6)$$

4. EKSPERIMENTALNI RAD

U sastav UHPC ulazi i do dva puta više komponentnih materijala u odnosu na konvencionalni beton. Najčešće je reč o više od pet praškastih komponenti koje se dodaju u suvom stanju i homogenizuju mešanjem pre dodavanja vode (cement, silikatna prašina, kvarcni pesak ili agregat eruptivnog porekla separisan u nekoliko frakcija do 8mm, kvarcni puder). Pored navedenih komponenti, UHPC može sadržati i elektrofilterski pepeo ili zguru kao otpadni materijal kojim se zamenjuje deo cementa ili silikatne prašine.

U eksperimentalnom radu uzorci su spravljani sa portland cementom CEM I 42.5 R fabrike cementa Lafarge Beočin, silikatnom prašinom SikaFume HR kao i kvarcnim pesakom, komercijalnim proizvodom firme Kaolin Valjevo, granulacije od 0-0.5mm. Primenjen je superplastifikator Sika Viscocrete 20HE koji je omogućio visoku redukciju vode i dobijanje vrlo visokih ranih čvrstoća. Uzorci su mikroarmirani čeličnim vlaknima (dužina/prečnik=9/0.20 mm).

Udeo komponentnih materijala u projektovanim mešavinama usvojen je na osnovu ispitanih svojstava komponentnih materijala, projektovanih mešavina prikazanih u literaturi (Cwizen i dr., 2008;) i sopstvenih eksperimentalnih istraživanja i dat je u Tabeli 1.

Tabela 1:

Materijal	USSf0	USSf1	USSf2	US1Sf0	US1Sf1	US1Sf2	US2Sf0	US2Sf1	US2Sf2
Cement (kg/m ³)	950	950	950	950	950	950	950	950	950
Silikatna prašina (kg/m ³)	135	135	135	200	200	200	270	270	270
Kvarcni puder (kg/m ³)	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Kvarcni pesak (kg/m ³)	635	620	600	635	610	600	530	530	520
Voda (kg/m ³)	230	230	230	230	230	230	235	235	235
Superpl. (kg/m ³)	50	50	50	53	53	53	57	55	55
Čelična vlakna (kg/m ³)	0	80	155	0	80	155	0	80	155
Voda iz superpl. (kg/m ³)	31.9	31.9	31.9	31.9	30.7	30.7	31.9	31.9	31.9
Rasprostiranje (mm)	280	279	280	277	278	274	280	275	274

Tabela 2: Prikaz čvrstoće pri pritisku (eksperimentalno dobijeni podaci, predikcija SVM - linear kernel, predikcija SVM - RBF kernel)

Sadržaj silikatne prašine [kg/m ³]	Zap. udeo čeličnih vlakana [kg/m ³]	Temperatura nege [°C]	Trajanje nege [dani]	Zaparivanje	Čvrstoća pri pritisku [MPa]	Predikcija čvrstoće SVM (linear kernel) [MPa]	Predikcija čvrstoće SVM (RBF kernel) [MPa]
270	0	20	28	ne	111,4	116,62	113,69
270	1	20	28	ne	122,4	128,38	125,10
270	2	20	28	ne	145,2	140,14	141,43
270	0	95	1	da	118,6	121,38	122,73
270	1	95	1	da	122,5	133,14	134,72
270	2	95	1	da	147,5	144,90	151,63
270	0	95	2	da	128,1	123,49	123,97
270	1	95	2	da	140,43	135,25	136,30
270	2	95	2	da	157,5	147,01	153,37
270	0	95	7	da	131,5	134,04	130,03
270	1	95	7	da	145,7	145,80	143,90
270	2	95	7	da	165,7	157,56	161,57
200	0	20	28	ne	105,9	106,00	102,88
200	1	20	28	ne	110,9	117,76	115,03
200	2	20	28	ne	134,5	129,52	133,64
200	0	95	1	da	106,3	110,76	109,03
200	1	95	1	da	117,9	122,52	122,03
200	2	95	1	da	139,8	134,28	141,82
135	0	20	28	ne	102,9	96,14	98,77
135	1	20	28	ne	107,8	107,90	110,35
135	2	20	28	ne	132,8	119,66	128,67
135	0	95	1	da	100,8	100,90	101,18
135	1	95	1	da	109,6	112,66	113,73
135	2	95	1	da	137,8	124,42	133,67

Rezultati ispitivanja čvrstoće pri pritisku mešavine UHPC sa 135, 200 i 270 kg/m³ silikatne prašine i promenljivim udelom čeličnih vlakana od 0% do 2% pri različitim režimima hidrotermalne nege grafički su prikazani na Slici 5.7. Ispitivanje je izvršeno u skladu sa SRPS EN 196-1 na prizmama 4x4x16cm nakon ispitivanja čvrstoće pri savijanju (modifikovana metoda).

Za predviđanje zavisnosti čvrstoće pri pritisku UHPC, korišćeni su eksperimentalno dobijene vrednosti prikazane u Tabeli 2 za projektovane betonske mešavine date u Tabeli 1. Analizirana je zavisnost sadržaja silikatne prašine, zapreminskog udela čeličnih vlakana i primenjenog režima hidrotermalne nege. Proračun metodom potpornih vektora izvršen je primenom softverskog rešenja LIBSVM (Chang i Lin, 2004) implementiranog u Matlab-u. Izabrana je regresiona analiza, a za kernel funkciju u prvom slučaju izabran je linearna funkcija (tip SVM: epsilon SVM regression; tip kernela: linear: $u \cdot v$), a potom RBF funkcija (tip SVM: nu-SVM regression capacity ($C=20.0$) i Nu ($\mu=0.3$); tip kernela: RBF, $\gamma=0.3$).

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan matematički model regresione analize primenom metode potpornih vektora i dat je primer uporednog predviđanja čvrstoće pri pritisku UHPC u odnosu na sadržaj silikatne prašine, čeličnih vlakana i primenjenog režima hidrotermalne nege primenom dva tipa kernel funkcije.

Prednosti primene metode potpornih vektora su: dobijanje dosta velika tačnosti predikcije, mogućnost bolje generalizacije problema i poboljšana brzina treniranja podataka u odnosu na druge metode veštačke inteligencije. Pažnja u daljim istraživanjima će biti usmerena na dalje istraživanje zavisnosti navedenih faktora, predlog matematičkog modela zavisnosti, a potom i upoređivanje dobijenih rezultata sa istraživanjima prikazanim u literaturi.

ZAHVALNOST

Rad je deo projekta TR 36017 finansiranog od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Vlade Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Abe, S. (2005). Support vector machines for pattern classification, Springer - Verlag, London.
- [2] Chang, C.C., & Lin, C.J. (2004). LIBSVM: A Library for Support Vector Machines, Software available at <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm>
- [3] Cwirzen, A., Penttala, V., & Vornanen, C. (2008). Reactive powder based concretes: Mechanical properties, durability and hybrid use with OPC. Cement and Concrete Research, 38, 1217–1226.
- [4] Kecman, V. (2001) Learning and Soft Computing: Support Vector Machines, Neural Networks and Fuzzy Logic Models, MIT press, London.
- [5] Koksal, F., Fatih Altun, F., Yigit, I., & Sahin, Y. (2007). Combined effect of silica fume and steel fiber on the mechanical properties of high strength concretes. Construction and Building Materials, 22, 1874–1880.
- [6] Pontil, M., Rifkin, R., & Evgeniou, T. (1998). From Regression to Classification in Support Vector Machines, CBCL Paper #166, AI Memo #1649, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- [7] Richard, P. & Cheyrezy, M. (1999). Composition of reactive powder concretes. Cement and Concrete Research, 25, 1501–1511.
- [8] Schölkopf, B., & Smola, A. J. (2002). Learning with Kernels, MIT Press.
- [9] Vapnik, V.N. (1995). The Nature of Statistical Learning Theory, New York: Springer.



PROCENA VREDNOSTI GRAĐEVINSKIH INVESTICIJA KORIŠĆENJEM FAZI NETO SADAŠNJE VREDNOSTI

CONSTRUCTION INVESTMENT EVALUATION USING FUZZY NET PRESENT VALUE

IVAN ANIĆ¹, ZORA ALEKSIC², VULE ALEKSIC²

¹ Matematički fakultet, Beograd, ianic@matf.bg.ac.rs

² Visoka građevinsko-geodetska škola, Beograd, gvule@sezampro.rs

Rezime: U ovom radu je opisano vrednovanje građevinskih investicionih projekata na nesigurnom tržištu koje uključuje i neizvesnost usled fluktuacija na globalnom tržištu. Neodređenost koja se javlja usled nemogućnosti tačnog predviđanja vrednosti novčanih transakcija i trenutka njihove realizacije je modelovana uključivanjem trouglastih fuzzy brojeva, dok je neizvesnost usled fluktuacija na globalnom tržištu uključena kao probabilistička neizvesnost. Kao rezultat je dobijena očekivana fuzzy neto sadašnja vrednost (EFNPV) investicionog projekta. Prikazan je i konkretan primer izračunavanja EFNPV.

Cljučne reči: Građevinski investicioni projekti, fuzzy brojevi, fuzzy neto sadašnja vrednost.

Abstract: This paper describes the evaluation of construction investment projects in an uncertain market which includes the uncertainty due to fluctuations in the global market. The vagueness that occurs due to the inability of the exact prediction of money transactions value and the time for their realization is modelled by including triangular fuzzy numbers, while the uncertainty due to fluctuations in the global market is included as probabilistic uncertainty. As a result the expected fuzzy net present value (EFNPV) of the investment project is obtained. Also, a concrete example of calculating EFNPV is presented.

Keywords: construction investment projects, fuzzy numbers, fuzzy net present value.

1. UVOD

Građevinske investicije su oduvek bile privlačne investitorima sa malom averzijom prema riziku. Investiranje na ovom polju je povezano sa velikim očekivanim prihodima, ali i sa velikom varijansom. Tržište nekretnina je, na primer, veoma osetljivo na kretanje kapitala uopšte, ali i na specifičnosti sredine u kojoj se konkretna nekretnina nalazi. Generalno, može se smatrati da građevinske investicije u velikoj meri podležu principima neodređenosti.

Istorijski podaci o investicijama u građevinarstvu često nisu relevantni da bi se mogli koristiti u regresionim modelima za procenu vrednosti investicija, već samo kao okvir investitoru za formiranje očekivanja o prihodu i mogućim rizicima. Za razliku od berzanskog investiranja gde se vremenske serije finansijskih instrumenata koriste za maksimizaciju neto sadašnje vrednosti investicije uz kontrolu varijanse, u građevinskim investicijama su ovakve tehnike nepouzdanе. U klasičnom NPV – pristupu investitor (finansijski menadžer) implicitno pretpostavlja predvidivost cena berzanskih instrumenata ili njihovu probabilističku raspodelu. Drugim rečima, pretpostavka je da su prinosi od investicije slučajne promenljive čija je raspodela određena na osnovu istorijskih podataka.

Jedan od pristupa koji se poslednjih godina sve više koristi u procesu donošenja investicionih odluka, a koji je pogodan i za procenu građevinskih investicija, je fuzzy pristup, odnosno procena vrednosti investicije preko fuzzy neto sadašnje vrednosti (FNPV – fuzzy net present value). U ovakvom pristupu se budući prihodi i rashodi vide kao fuzzy brojevi (Kahraman *et al.* 2002, Yao *et al.* 2005). U navedenoj literaturi ovaj pristup je pogodan za donošenje finansijskih odluka u uslovima neizvesnosti. Ova neizvesnost nije isto što i probabilistička neizvesnost (slučajnost), već više neodređenost (na primer neslaganje eksperata o budućoj vrednosti neke investicije). U tom slučaju se, na osnovu procene eksperata, prinosi neke investicije mogu smatrati fuzzy brojevima.

U želji da modeluje neodređenost u ljudskom razmišljanju, Zadeh (1965) je prvi uveo teoriju fuzzy skupova, koja je bazirana na racionalizovanju neizvesnosti proistekloj iz neodređenosti. Nakon toga je teorija fuzzy skupova postala moćan alat kad podaci ne mogu biti precizno sagledani i neka istraživanja u fuzzy-

finansijskoj matematici su bila efikasno primenjena u donošenju odluka u investiranju. Na primer, Buckley (1987) je razvijao fuzzy proširenje finansijske matematike koncentrišući se na složeni kamatni račun. Dalje, Calzi (1990) je koristio kompaktne fuzzy intervale i invertibilne fuzzy intervale u finansijskoj matematici, a Kuchta (2000) je generalisao fuzzy ekvivalente za procenu investicionih projekata.

Dourra i Siy (2002) su primenili fuzzy informacione tehnologije kroz tehničku analizu i koristili je za procenu prinosa koje različite kompanije ostvaruju u berzanskom poslovanju.

U ovom radu je primenjena metoda FNPV u proceni građevinskih investicija u situaciji kada i tok ulaganja nije fiksna već podleže neodređenosti (videti Anić, Ćirović 2011), s tim što se pretpostavlja i da su verovatnoće ulaska u neku investicionu granu takođe fuzzy brojevi. Na ovaj način se neodređenost prenosi i na rizike koji prate ulaganja, a ne samo na visinu prihoda i rashoda.

Pored neizvesnosti po pitanju toga u kom će se smeru razvijati investicija u zavisnosti od situacije na tržištu postoji neodređenost kod samih rokova. U ovom radu je unapređena definicija fuzzy neto sadašnje vrednosti toka gotovog novca tako što je u obzir uzeta i neodređenost koja nastaje usled nemogućnosti tačnog određivanja datuma kada će se neka novčana transakcija izvršiti. Ovo je naročito specifično za naše i druga nesigurna tržišta.

2. FUZZY NETO SADAŠNJA VREDNOST (FNPV)

Za definiciju FNPV neophodna je definicija fuzzy broja. U ovom radu ćemo koristiti najčešće korišćene trouglaste fuzzy brojeve (videti Kaufmann i Gupta 1991).

Definicija 2.1. Trouglasti fuzzy broj $A = (a, b, c)$ je definisan funkcijom pripadnosti u formuli 1.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x < a, x > b \end{cases} \quad (1)$$

Prema Kaufmann i Gupta (1991) zbir dva trouglasta fuzzy broja je opet trouglasti fuzzy broj, a kada trouglasti fuzzy broj pomnožimo konstantom, opet dobijamo trouglasti fuzzy broj. Proizvod dva trouglasta fuzzy broja nije trouglasti fuzzy broj, ali se može približno smatrati trouglastim fuzzy brojem. Isto važi i za količnik, kao i za stepenovanje realnog broja fuzzy brojem.

Pretpostavimo sada da se projekat razvija u n faza, odnosno n puta se registruju prihodi, odnosno rashodi. Vremenski trenuci u kojima se realizuju prihodi i rashodi su trouglasti fuzzy brojevi T_1, T_2, \dots, T_n , a vrednosti tih prihoda (rashoda) su A_1, A_2, \dots, A_n . U slučaju rashoda u trenutku T_k vrednost A_k je manja od 0. Pretpostavka je da je bezrizična kamatna stopa realan broj p koji se ne menja tokom vremena. Pri ovakvim pretpostavkama fuzzy neto sadašnja vrednost ovog toka gotovog novca se definiše sa

$$FNPV = \sum_{k=1}^n \frac{A_k}{(1+p)^{T_k}} \quad (2)$$

Ova definicija je bazirana na definiciji neto sadašnje vrednosti toka gotovog novca, a u sebe uključuje neodređenost na dva nivoa:

- (i) Različite procene visine prihoda (rashoda) od strane eksperata, odnosno investitora.
- (ii) Nepoznavanje tačnog trenutka kada će se određena novčana transakcija izvršiti.

Ova druga neodređenost je specifična za nesigurna tržišta, kao na primer u slučaju našeg tržišta gde mnoge transakcije kasne i više meseci, tako da je ovakav tip neodređenosti važno uključiti u procenu FNPV.

3. INVESTICIJE SA NEIZVESNIM PLANOM PRIHODA I RASHODA

Često građevinske investicije u velikoj meri zavise od opšte situacije na tržištu. U zavisnosti od kretanja na tržištu investitor može u toku realizacije investicionog plana promeniti svoj plan. Kako postoje relevantni podaci o globalnom tržištu, fluktuacije podležu probabilističkim zakonima raspodele i to omogućava izračunavanje očekivanog prihoda od investicije.

Pretpostavimo da se investicioni plan, u zavisnosti od kretanja na tržištu, može razvijati u m pravaca (grana). U grani j se može naći sa verovatnoćom q_j . U grani j tok gotovog novca se sastoji od n_j faza, tj. prihoda i rashoda koji se realizuju u trenucima (trouglasti fuzzy brojevi) $T_{j1}, T_{j2}, \dots, T_{jn_j}$. Kao i u sekciji 2, vrednosti novčanih transakcija su $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jn_j}$.

Svaka grana ima svoju fuzzy neto sadašnju vrednost $FNPV_j$, koja se izračunava formulom 2, tj.

$$FNPV_j = \sum_{k=1}^{n_j} \frac{A_{jk}}{(1+p)^{T_{jk}}} \quad (3)$$

Dakle, na ovaj način je za svaku granu investicionog projekta definisana fuzzy neto sadašnja vrednost i sada se očekivana fuzzy neto sadašnja vrednost celog projekta ($EFNPV$) može izračunati formulom 4.

$$EFNPV = \sum_{j=1}^m q_j FNPV_j = \sum_{j=1}^m q_j \sum_{k=1}^{n_j} \frac{A_{jk}}{(1+p)^{T_{jk}}} \quad (4)$$

Ovako izračunata očekivana fuzzy neto sadašnja vrednost građevinskog investicionog projekta u sebi sadrži tri neizvesne komponente, dve opisane u sekciji 2 i probablističku neizvesnost koja zavisi od globalnog marketa.

$EFNPV$ je fuzzy broj koji se približno interpretira kao trouglasti fuzzy broj. Ako ovaj fuzzy broj sadrži nulu, to znači da postoji rizik da očekivani prihod ne bude pozitivan, tako da se mora ući u detaljniju analizu i bolje procene. Ako je $EFNPV$ manji od nule, onda svakako ne treba ulaziti u planiranu investiciju.

4. PRIMER IZRAČUNAVANJA EFNPV

Primer koji se ovde razmatra je preuzet iz Anić, Ćirović (2011), s tim što je metodologija izračunavanja $EFNPV$ opisana u ovom radu.

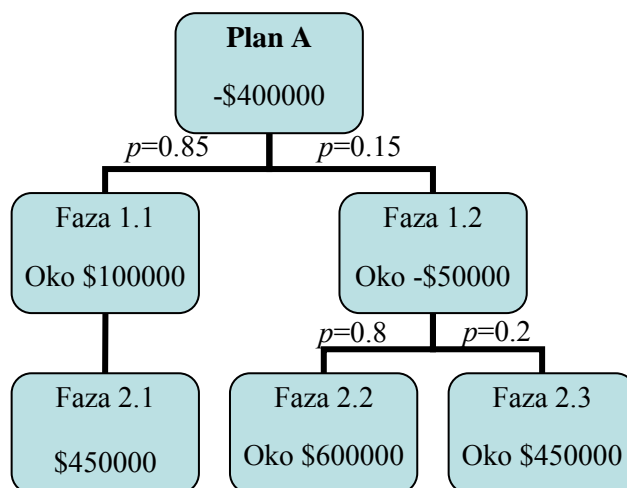
Pretpostavimo da je investitor napravio ugovor sa građevinskom firmom tako da odmah uloži 400000 evra, tj. $A_{1,1} = -400000$ u izgradnju porodične zgrade. Posle prve faze investitor procenjuje da će sa verovatnoćom $p_1 = 0,85$ prodati deo nekretnine u izgradnji i naplatiti $A_{1,2} = (80000, 100000, 110000)$ evra (trouglasti fuzzy broj), a nakon druge faze, će prodati ostatak (gotove stanove) za još $A_{1,3} = (400000, 450000, 500000)$ evra. Neka su vremenski okviri u kojima se realizuju ove transakcije $T_{1,1} = 0$, $T_{1,2} = (0.5, 0.6, 0.9)$ i $T_{1,3} = (1, 1.2, 1.5)$. Ovim je opisana jedna moguća grana projekta koja se ostvaruje sa verovatnoćom 85%.

Sada će biti opisana druga grana projekta. Ulaganje je isto, tj. $A_{2,1} = -400000$. Ovde je opisana mogućnost da stvari krenu loše, pa da investitor posle prve faze ne uspe da naplati deo (kupci nisu zadovoljni izgradnjom ili kontrolni organ nije zadovoljan) pa mora da krene u nova ulaganja od oko 50000 evra kako bi objekat dovršio u skladu sa primedbama. Neka je, na primer $A_{2,2} = (-80000, -50000, -40000)$. U tom slučaju on to može uspešno uraditi i naplatiti oko 600000 evra ($A_{2,3} = (550000, 600000, 650000)$). Neka je za ovu granu $T_{2,1} = 0$, $T_{2,2} = (0.5, 0.6, 0.9)$ i $T_{2,3} = (1, 1.2, 1.5)$ i ostvaruje se sa verovatnoćom 12%, tj. $p_2 = 0,12$.

Može se desiti da investitor uđe u nepredviđene probleme ili, ako uđe u nepredviđene probleme, da njegova investicija nakon prve faze ne bude dovoljno efikasna i da on ne može prodati stanove po predviđenoj ceni, već naplati samo oko 450000 evra od građevinske firme (novac koji je uložio u izgradnju). Na primer, neka je $A_{3,3} = (430000, 450000, 460000)$. Prethodne investicije su iste, tj. $A_{3,1} = -400000$ i $A_{3,2} = (-80000, -50000, -40000)$, a vremenski okviri $T_{3,1} = 0$, $T_{3,2} = (0.5, 0.6, 0.9)$ i $T_{3,3} = (1, 1.2, 1.5)$. Ova grana se ostvaruje sa verovatnoćom od samo 3%, odnosno $p_3 = 0,03$.

Ovaj investicioni plan prikazan je grafički na Grafikonu 1. Za prvu granu investicionog plana, primenjujući formulu 3 dobija se $FNPV_1 = (187749, 262995, 326397)$. Ako se primeni formula 3 i na preostale dve grane dobija se da je $FNPV_2 = (33114, 117322, 180766)$ i $FNPV_3 = (-78418, -24148, -186)$. Sumirajući ove rezultate primenom formule 4 dobija se da je očekivana fuzzy neto sadašnja vrednost ovog investicionog projekta

$$EFNPV = (161208, 236900, 299124)$$



Grafikon 1: Investicioni plan

U ovom primeru je levi kraj *EFNPV*-a pozitivan, što znači da je očekivana neto sadašnja vrednost ovog projekta pozitivna bez obzira na sve neodređenosti u procenama investitora, odnosno eksperata, tako da bi na osnovu toga preporuka investitoru bila da uđe u realizaciju investicije. Rizik od gubitka ipak postoji jer je *FNPV* u potpunosti negativan u trećoj grani. Dakle, ako investitor ima visoku averziju prema riziku on može odlučiti i da ne uđe u projekat.

5. ZAKLJUČAK

Građevinske investicije u uslovima nestabilnog tržišta sa sobom nose velike rizike čiji je izvor neodređenost u pogledu prinosa i troškova, kao i trenutka realizacije novčanih transakcija. U ovom radu je prikazan pristup modelovanja ovih neodređenosti koji se oslanja na fuzzy aritmetiku i na sadašnju vrednost toka gotovog novca. Instrument za vrednovanje investicije opisan u ovom radu, fuzzy neto sadašnja vrednost, uzima u obzir ove neodređenosti tako što umesto konkretnih iznosa novčanih transakcija i tačnih vremenskih trenutaka kada se transakcije realizuju koristi fuzzy brojeve.

Drugi tip neizvesnosti koja prati građevinske investicije je promena biznis plana u toku same realizacije projekta. U trećem poglavlju je opisana metodologija koja uzima u obzir i rizike ove vrste tako što se pravci u kojima se projekat može razviti posmatraju kao diskretna slučajna promenljiva sa konačnim brojem ishoda. Na taj način se može izračunati očekivana vrednost projekta, odnosno matematičko očekivanje fuzzy neto sadašnjih vrednosti različitih pravaca razvoja projekta (*EFNPV*).

EFNPV je dobar indikator investitoru u procesu donošenja odluka. *EFNPV* može biti veoma rasplinut fuzzy broj ako je tržište na kome se investira visokorizično, pa i sama rasplinutost ovog indikatora je dobar signal investitoru o tome o kakvom je tržištu reč.

Primer prikazan u četvrtom poglavlju je veoma jednostavan i služi više kao ilustracija metodologije i ne prati realnu situaciju. U realnosti investicioni projekti imaju mnogo više faza i razgranatiji su. Ipak primer dovoljno ilustruje korisnost metodologije za donošenje odluka u građevinskim investicijama.

Dalji razvoj ove metodologije može ići u pravcu modelovanja neodređenosti i samih verovatnoća ulaska u neku investicionu granu. Drugi pravac razvoja je praktična primena na već izvedene projekte kako bi se proverila praktična strana metodologije.

LITERATURA

- [1] Buckley, J.J. (1987). The fuzzy mathematics of finance, *Fuzzy Set. Syst.*, 21(3), 257-273.
- [2] Calzi, M.L. (1990). Towards a general setting for the fuzzy mathematics of finance, *Fuzzy Set. Syst.* 35(3), 265-280.
- [3] Dourra, H., & Siy, P. (2002). Investment using technical analysis and fuzzy logic," *Fuzzy Set. Syst.*, 127(2), 221-240.
- [4] Kahraman, C., Ruan, D., & Tolga, E. (2002). Capital budgeting techniques using discounted fuzzy versus probabilistic cash flows, *Inform. Sci.*, 142(1-4), 57-76.

- [5] Kaufmann, A., & Gupta, M.M. (1991). *Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- [6] Kuchta, D. (2000). Fuzzy capital budgeting, *Fuzzy Set. Syst.*, 111(3), 367-385.
- [7] Yao, J.S., Chen, M.S. & Lin, H.W. (2005). Valuation by using a fuzzy discounted cash flow model, *Expert Syst. Appl.*, 28(2), 209-222.
- [8] Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets, *Inform. Control*, 8(3), 338-353.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Grafovi i mreže



NEKI NOVIJI REZULTATI O SPEKTRALNOM PREPOZNAVANJU GRAFOVA

SOME RECENT RESULTS ON SPECTRAL RECOGNITION OF GRAPHS

DRAGOŠ CVETKOVIĆ

Mathematical Institute, Serbian Academy of Sciences and Arts, Kneza Mihaila 36, P.O.Box 367, 11000 Belgrade, Serbia, ecvetkod@etf.rs

Rezime: *There are numerous examples and families of non-isomorphic graphs with the same spectrum (cospectral graphs). Still some graphs are characterized by their spectra and several mathematical papers are devoted to this topic. In applications to computer sciences spectral graph theory is considered as very strong so that graph spectra are frequently used to recognize graphs. The benefit of using graph spectra in treating graphs is that eigenvalues and eigenvectors of several graph matrices can be quickly computed. Spectral graph parameters contain a lot of information on the graph structure (both global and local) including some information on graph parameters that, in general, are computed by exponential algorithms. We give a survey of some new results on graph spectral recognition techniques used in computer sciences. These include results on spectral reconstruction of graphs, graph isomorphism problem and network alignment.*

Ključne reči: *spectral graph theory, spectral recognition, graph algorithms, computer science.*

1. INTRODUCTION

Spectral graph theory is a mathematical theory in which linear algebra and graph theory meet. Spectral graph theory is a very well developed mathematical field (see, for example [10]) but also an engineering discipline [16].

Of course, graph spectra appear in computer science since graphs for themselves are relevant. The main benefit of using graph spectra comes from the fact that eigenvalues and eigenvectors of several graph matrices can be quickly computed (computational complexity is $O(n^3)$ where n is the number of vertices). However, spectral graph parameters contain a lot of information on the graph structure (both global and local). This includes some information on graph parameters that, in general, are computed by exponential algorithms (e.g. chromatic number, the size of maximal clique, etc.). For example, computing the chromatic number of a graph with a few thousands vertices is a difficult task while eigenvalues and eigenvectors can be computed in a few seconds (by iterative algorithms).

Graphs that are treated in computer sciences using graph spectra typically represent either some physical networks (computer network, Internet, biological network, etc.) or data structures (documents in a database, indexing structure, etc.) In the first case the graphs usually have a great number of vertices (thousands or millions) and they are called *complex networks* while in the second case graphs are of small dimensions.

At some time it was conjectured that non-isomorphic graphs have different spectra, i.e. that graphs are characterized by their spectra. Very quickly this conjecture was refuted and numerous examples and families of non-isomorphic graphs with the same spectrum (cospectral graphs) were found. In particular, it was proved that almost all trees are not characterized by their spectra. Analogous question for general graphs remained open (see, e.g. [7], Section 6.1, for a survey on these questions).

In applications to computer sciences spectral graph theory is considered as very strong. The existence of cospectral graphs is not considered as a disadvantage in using graph spectra in computer science since it is believed that graph spectra contain enough information for the purposes for which they are used. Moreover, in some applications in data mining graph spectra are used to encode graphs themselves. Hence graph spectra are widely used to recognize graphs.

We have recently published the paper [6] which represents a survey on spectral recognition problems.

The whole spectral graph theory is related in some sense to the recognition of graphs since spectral graph parameters contain a lot of information on the graph structure (both global and local). However, we treat here the problems of recognizing entire graphs, or some parts of them, both in an exact manner and in an

approximative way. In particular, we have considered characterizations of graphs with a given spectrum, exact or approximate constructions of graphs with a given spectrum, similarity of graphs and perturbations of graphs.

Here we want to extend our review from [6] by reporting on some recent results.

The rest of the paper is organized as follows. Section 2 discusses the spectral reconstruction problem. The network alignment problem is considered in Section 3 and the graph isomorphism problem in Section 4.

2. SPECTRAL RECONSTRUCTION PROBLEM

There is a need to introduce the notion of similarity of graphs. This will be done using various distances between graphs. Spectral graph distances play a special role.

The Euclidean distance between the eigenvalue sequences of two graphs on the same number of vertices is called the *spectral distance* of graphs. Some other spectral distances have been considered as well (e.g., the Manhattan distance). Various graph matrices can be used (e.g., the adjacency matrix, the Laplacian, the signless Laplacian).

Two graphs are considered as *similar* if their spectral distance is small. If two graphs are at zero distance, this does not necessarily mean that they are equal (i.e. isomorphic); they are only cospectral. In this sense, cospectral graphs are similar. See Section 4 for a possibility to introduce a positive distance between cospectral graphs.

For several reasons it is of interest to construct or generate a graph with the given spectrum.

An algorithm for such a spectral graph reconstruction has been developed [5]. Given the spectrum of a graph, the algorithm starts from a random graph and uses the tabu search to diminish the Euclidean spectral distance between the given and the current spectrum. Both, the distance and the meta-heuristic, can be varied. We could use the Manhattan distance based on the adjacency matrix or on the signless Laplacian. The tabu search could be replaced by the variable neighbourhood search (see, for example [3]) or by some other meta-heuristics.

The variable neighbourhood search is exploited in the programming package AutoGraphiX (briefly AGX) for finding graphs with extremal values of a graph invariant chosen by the user. The system starts from a random graph or from a graph given by the user. The graph is perturbed to some extent using the variable neighbourhood search and a new graph is chosen which improves maximally the considered graph invariant. The system AGX is very useful in formulating some conjectures which are later treated by theoretical means. For example, system AGX has generated several conjectures for the energy of a graph and thirty conjectures concerning signless Laplacian eigenvalues. See [6] and [11] for details.

AGX could be used for spectral reconstruction of graphs. It is sufficient to require that the system minimizes the distance (of any kind) between the current graph and a fixed graph. One could compare the speed of convergence for several distances. Experiments along these lines using the package AGX are in progress and will be presented in a future paper [4].

3. NETWORK ALIGNMENT PROBLEM

The notion of graph similarity can be extended to graphs having different numbers of vertices. Detecting similarities between networks is frequently called *alignment* of networks. The general idea is the following one.

Given the graphs G and H , a measure of similarity between vertices of G and vertices of H is introduced by some definition. Let R_{ij} be the measure of similarity between vertex i of G and vertex j of H . Let B be the bipartite graph on vertex sets of the graphs G and H with edge weights R_{ij} . We want to find a maximal matching with a maximal sum of weights in B . This matching defines subgraphs of graphs G and H which are similar w.r.t. the introduced similarity between vertices of G and vertices of H . Finding a maximal matching with a maximal sum of weights in a bipartite graph can efficiently be performed by existing algorithms for the assignment problem in combinatorial optimization (see, for example [14]). Note that the subgraph isomorphism problem is NP-complete which means that we cannot expect a satisfactory algorithm by comparing subgraphs directly.

The measure of similarity R_{ij} is always defined taking into the account the neighbourhoods of vertex i in G and vertex j in H .

The paper [13] surveys methods of network alignment used in protein interaction networks and recommends an algorithm based on "graphlets" (induced subgraphs on at most 5 vertices). This is a non-spectral approach in which a vertex is characterized by a 73-dimensional vector (*vertex signature*) whose

coordinates represent frequencies of graphlets in which the vertex appears. The corresponding programming package is called GRAAL.

We shall now present another approach to network alignment according to [8].

Let G be a graph on n vertices with distinct eigenvalues $\mu_1 > \mu_2 > \dots > \mu_m$ and let S_1, S_2, \dots, S_m be the corresponding eigenspaces. Let $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ be the standard (orthonormal) basis of \mathbf{R}^n . The numbers $\alpha_{pq} = \cos \beta_{pq}$ ($p=1, 2, \dots, m; q=1, 2, \dots, n$), where β_{pq} is the angle between S_p and e_q , are called *graph angles*.

Let $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im})$, ($i=1, 2, \dots, n$) be orthonormal eigenvectors of G . Define $M_p = \{j \mid Ax_j = \mu_p x_j\}$. We have $\alpha_{pq}^2 = \sum_{j \in M_p} x_{jq}^2$ for squares of angles of G . This formula holds for any choice of orthonormal eigenvectors of G (cf. [9], p. 76).

Let G be a graph with adjacency matrix A , and let $N_k(j) = a_{jj}^{(k)}$ (the (j,j) -entry of A^k) the number of walks of length k in G originating from and terminating at vertex j . Let $H_j(t)$ be the generating function $\sum_{k=0}^{\infty} N_k(j)t^k$ for the numbers of such self-returning walks. Using the formula:

$$N_s(j) = a_{jj}^{(s)} = \sum_{i=1}^m \mu_i^s \alpha_{ij}^2,$$

we can obtain (see [9], p. 82):

$$H_j(t) = \sum_{k=0}^{\infty} N_k(j)t^k = \sum_{k=0}^{\infty} t^k \sum_{i=1}^m \alpha_{ij}^2 \mu_i^k = \sum_{i=1}^m \frac{\alpha_{ij}^2}{1 - \mu_i t}.$$

The degree d_j of the vertex j , and the number t_j of triangles containing the vertex j , are given by:

$$d_j = \sum_{i=1}^m \alpha_{ij}^2 \mu_i^2, \quad t_j = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \alpha_{ij}^2 \mu_i^3.$$

Hence we have $H_j(t) = 1 + d_j t^2 + 2t_j t^3 + \dots$. Higher terms of $H_j(t)$ give the numbers of closed walks contained in graphlets with 4 and 5 vertices to which the vertex j belongs.

It was suggested in [6, 11, 8] that in problems of network alignment vertices should be characterized by generating functions $H_j(t)$. This function depends on the vertex neighbourhood which is in this case extended to the whole graph unlike the method with graphlets where the neighbourhood is very limited.

According to [8] the measure of similarity R_{ij} between vertices i and j can be defined in some way using the difference $H_i^G(t) - H_j^H(t)$ of generating functions of vertex i in G and vertex j in H . In particular, we can use the formula $R_{ij} = 1 - d(i, j)$, where:

$$d(i, j) = A |H_i^G(t_0) - H_j^H(t_0)|$$

for a sufficiently small positive value t_0 with A chosen in such a way that the maximal value of $d(i, j)$ over all pairs (i, j) is equal to 1. Note that the choice of A depends on t_0 . The quantity $d(i, j)$ can be interpreted as kind of "distance" between i and j . In this way the distance 1 is always achieved while in the approach by graphlets it is not always the case.

The value t_0 can be chosen in the interval $(0, R)$, where R is the radius of convergence of the power series $H_i^G(t) - H_j^H(t) = \sum_{k=0}^{\infty} (N_k^G(i) - N_k^H(j))t^k$, where $N_k^G(s)$ ($N_k^H(s)$) is the number of self-returning walks of

length k at vertex s in G (H). So, we can assume that the value t_0 belongs to the interval $(0, \frac{1}{\max\{d_i^G, d_j^H\}})$.

The following formulas for the number of self-returning walks of certain length at a particular vertex j of a graph F have been proved in [12]:

$$N_2(j) = d_j, \quad N_3(j) = 2t_j, \quad N_4(j) = u_0 + u_1 + 2u_2 + 4u_3 + 2q_j,$$

$$N_5(j) = 10u_3 + 2u_9 + 2u_{10} + 4u_{11} + 8u_{12} + 12u_{13} + 30u_{14} + 2p_j,$$

where d_j , t_j , q_j and p_j denote the degree, the number of triangles containing the vertex j , the number of quadrangles containing the vertex j and the number of pentagons containing the vertex j , respectively, while u_i are the coordinates of the signature of vertex i .

We shall apply these formulas to our graphs G and H , and then the quantities u_i will receive superscripts i and j respectively. Using these formulas our formula for the distance between vertices i and j becomes:

$$\begin{aligned} d(i, j) &= A |H_i^G(t_0) - H_j^H(t_0)| = A \left| \sum_{k=0}^{\infty} (N_k^G(i) - N_k^H(j))t_0^k \right| = \\ &= A |(N_2^G(i) - N_2^H(j))t_0^2 + (N_3^G(i) - N_3^H(j))t_0^3 + (N_4^G(i) - N_4^H(j))t_0^4 + (N_5^G(i) - N_5^H(j))t_0^5 + \dots| = \\ &= At_0^2 |(d_i - d_j) + 2(t_i - t_j)t_0 + ((d_i - d_j) + (u_1^i - u_1^j) + 2(u_2^i - u_2^j) + 4(t_i - t_j) + 2(q_i - q_j))t_0^2 + \\ &+ (10(t_i - t_j) + 2(u_9^i - u_9^j) + 2(u_{10}^i - u_{10}^j) + 4(u_{11}^i - u_{11}^j) + 8(u_{12}^i - u_{12}^j) + 12(u_{13}^i - u_{13}^j) + \\ &+ 30(u_{14}^i - u_{14}^j) + 2(p_i - p_j))t_0^3 + \dots| \end{aligned} \tag{1}$$

Because the value of t_0 practically is very small, some of the summands from formula (1) can be ignored, so we can take:

$$d(i, j) \approx At_0^2 |(1 + t_0^2)(d_i - d_j) + t_0^2(u_1^i - u_1^j) + 2t_0^2(u_2^i - u_2^j) + 2t_0(1 + 2t_0 + 5t_0^2)(t_i - t_j) + 2t_0^2(q_i - q_j)|.$$

It seems that only particular graphlets contribute to this measure of vertex similarity. However, higher terms in (1) could be taken into consideration, as well. The choice of t_0 regulates the impact of higher terms. The greater t_0 is, the greater are the neighbourhoods of vertices which significantly contribute to the distance $d(i, j)$.

The advantages of this approach in comparison with existing procedures for network alignment are documented in [8].

4. AN OPTIMIZATION APPROACH TO GRAPH ISOMORPHISM

Here we use network alignment techniques to define a (positive) distance between cospectral graphs. We note first that one can characterize graph isomorphisms in terms of eigenvalues. To be precise, let θ be a

bijection $V(G) \rightarrow V(H)$ where G, H are disjoint graphs and $V(G)$ denotes the vertex set of G . We define the *recognition graph* $\Gamma(G, \theta, H)$ as the graph consisting of G, H and the edges $\{v, \theta(v)\} \mid v \in V(G)$. (The terminology is suggested by a graph-theoretical model for pattern recognition formulated in [2]). With a suitable ordering of vertices, $\Gamma(G, \theta, H)$ has adjacency matrix $\begin{pmatrix} A & I \\ I & B \end{pmatrix}$, where A, B are adjacency matrices for G, H respectively. If θ is an isomorphism then $A = B$ and $\Gamma(G, \theta, H)$ has characteristic polynomial:

$$\det((x+1)I - A)\det((x-1)I - A);$$

hence if $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ are the eigenvalues of G then those of $\Gamma(G, \theta, H)$ are $\lambda_1 \pm 1, \dots, \lambda_n \pm 1$. The converse holds for cospectral graphs G, H : a proof of the following result from [15] is reproduced in [9, pp. 52-54].

Suppose that G, H are cospectral graphs, with common eigenvalues $\lambda_1, \dots, \lambda_n$, and let θ be a bijection $V(G) \rightarrow V(H)$. Then θ is an isomorphism if and only if the eigenvalues of $\Gamma(G, \theta, H)$ are $\lambda_1 \pm 1, \dots, \lambda_n \pm 1$.

(Of course, if G and H are not cospectral then there is no isomorphism $\theta: V(G) \rightarrow V(H)$.)

Now we can define the distance between cospectral graphs G and H as the minimum over all bijections θ of the spectral distance between Γ and $G + K_2$, i.e.

$$\text{cospd}(G, H) = \min_{\theta} d(\Gamma(G, \theta, H), G).$$

A disadvantage of this definition is that one should solve an optimization problem in order to determine the distance. However, one can use meta-heuristics, and the situation is similar to that in the spectral reconstruction problems described in Section 1. In particular, if the distance is equal to 0, the graphs are isomorphic. Hence we have a heuristic algorithm for checking graph isomorphism.

The algorithm

Given graphs G and H :

- check whether they are cospectral,
- if no, they are non-isomorphic,

- if yes, with eigenvalues $\lambda_1, \dots, \lambda_n$, form the recognition graph $\Gamma(G, \theta, H)$ with a random bijection θ ,

compute its spectrum and the spectral distance from $\lambda_1 \pm 1, \dots, \lambda_n \pm 1$.

- using a meta-heuristic repeatedly change θ to diminish the distance until it becomes 0 or the program has to be stopped.

Experiments along these lines using the package AGX are in progress and will be presented in a future paper [4].

LITERATURA

- [1] Aouchiche M., Hansen P., A survey of automated conjectures in spectral graph theory, *Linear Algebra Appl.*, 432(2010), 2293-2322.
- [2] Bienenstock E., von der Malsburg C., A neural network for invariant pattern recognition, *Europhys. Letters*, 4(1987), 121-126
- [3] Caporossi G., Cvetković D., Gutman I., Hansen P., Variable neighborhood search for extremal graphs, 2. Finding graphs with extremal energy, *J. Chem. Inform. Comp. Sci.*, **39** (1999), 984-996.

- [4] Caporossi G., Cvetković D., Rowlinson P., Spectral reconstruction and isomorphism of graphs using variable neighborhood search, work in progress.
- [5] Comellas F., Diaz-Lopez J., Spectral reconstruction of complex networks, *Phys. A*, 387(2008), 6436-6442.
- [6] Cvetković D., Spectral recognition of graphs, *Yugoslav Journal of Operations Research*, **20** (2012), No. 2, 145-161.
- [7] Cvetković D., Doob M., Sachs H., *Spectra of Graphs, Theory and Application*, 3rd edition, Johann Ambrosius Barth Verlag, Heidelberg-Leipzig, 1995.
- [8] Cvetković D., Jovanović I., Network alignment using self-returning walks, *Bull. Acad. Serbe Sci. Arts, Cl. Sci. Math. Natur., Sci. Math.*, to appear.
- [9] Cvetković D., Rowlinson P., Simić S. K., *Eigenspaces of Graphs*, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- [10] Cvetković D., Rowlinson P., Simić S. K., *An Introduction to the Theory of Graph Spectra*, Cambridge University Press, Cambridge, 2009.
- [11] Jovanović I., Network alignment algorithms, *Proc. XXXIX Symp. Operat. Res. SYMOPIS 2012*, 2012, 225-228.
- [12] Jovanović I., Self-returning walks and graphlets, to appear.
- [13] Kuchaiev O., Milenković T., Memišević V., Hayes W., Pržulj N., Topological network alignment uncovers biological function and phylogeny, *J. Roy. Soc. Interface*, 7(2010), 1341-1354.
- [14] Papadimitriou C., Steiglitz K. *Combinatorial optimization: algorithms and complexity*, Dover, 1998.
- [15] Rowlinson P., A note on recognition graphs, unpublished
- [16] Spielman D. A., Spectral Graph Theory and its Applications, 48th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science, IEEE, 2007, 29-38.



SPEKTRALNO PREPOZNAVANJE MUZIČKIH MELODIJA

SPECTRAL RECOGNITION OF MUSIC MELODIES

DRAGOŠ CVETKOVIĆ¹, VESNA MANOJLOVIĆ²

¹ Mathematical Institute SANU, P.O. Box 367, 11000 Belgrade, Serbia, E-mail: ecvetkod@etf.rs

² Fakultet organizacionih nauka, Jove Ilića 154, Beograd, Srbija, and Mathematical Institute SANU, P.O. Box 367, 11000 Belgrade, Serbia, E-mail: vesnam@fon.ac.rs

Rezime: A spectral graph theory approach is described for representing melodies as graphs, based on intervals between the notes they are composed of. These graphs are then indexed using eigenvalues of some graph matrices. The eigenvalues are used to define a spectral distance between graphs. Two graphs are considered as similar if their spectral distance is small. This makes it possible to find melodies similar to a given melody. Our contribution is related to the selection of graph matrices which are used in indexing melodies.

Ključne reči: spectral graph theory, spectral recognition, music melodies, data mining.

1. INTRODUCTION

Spectral graph theory is a mathematical theory in which linear algebra and graph theory meet. Spectral graph theory is a very well developed mathematical field (see, for example, [3], [6]) but also an engineering discipline [13].

For any graph matrix M we can build a spectral graph theory in which graphs are studied by means of eigenvalues of the matrix M . This theory is called M -theory. In order to avoid confusion, to any notion in this theory a prefix M - could be added (e.g., M -eigenvalues). Frequently used graph matrices are the adjacency matrix A , the Laplacian $L = D - A$ and the signless Laplacian $Q = D + A$, where D is a diagonal matrix of vertex degrees. The spectral graph theory includes all particular theories together with interaction tools.

It was recognized in about the last ten years that graph spectra have several important applications in computer sciences (see, e.g., [4, 5, 7]). Graph spectra appear in the literature in Internet technologies, computer vision, pattern recognition, data mining, multiprocessor systems, statistical databases and in many other areas. There are thousands of such papers.

In surveys [7] and [1] of the applications of graph spectra in Computer Science, applications in the following branches of Computer Science have been identified :

1. Expanders and combinatorial optimization, 2. Complex networks and the Internet topology, 3. Data mining, 4. Computer vision and pattern recognition, 5. Internet search, 6. Load balancing and multiprocessor interconnection networks, 7. Anti-virus protection versus spread of knowledge, 8. Statistical databases and social networks, 9. Quantum computing, 10. Bio-informatics, 11. Coding theory, 12. Control theory.

We have recently published the paper [2] which represents a survey on spectral recognition problems in Computer Science.

Of course, graph spectra appear in computer science since graphs for themselves are relevant. Graphs that are treated in computer sciences using graph spectra typically represent either some physical networks (computer network, Internet, biological network, etc.) or data structures (documents in a database, indexing structure, etc.) In the first case the graphs usually have a great number of vertices (thousands or millions) and they are called *complex networks* while in the second case graphs are of small dimensions.

Moreover, in some applications in data mining graph spectra are used to encode graphs themselves (see, e.g., [9, 14]). The following examples are illustrative in this respect.

The indexing structure of objects appearing in computer vision (and in a wide range of other domains such as linguistics and computational biology) may take the form of a tree. An indexing mechanism that maps the structure of a tree into a low-dimensional vector space using graph eigenvalues is developed in [12].

In several databases the data are often represented as graphs. Very frequently graphs are indexed by their spectra [10], [12], [14].

In [10, 11] a spectral graph theory approach is presented for representing melodies as graphs, based on intervals between the notes they are composed of. These graphs are then indexed using their Laplacian spectrum. This makes it possible to find melodies similar to a given melody.

The query for such a database is given by a graph. To find similar data in the database it is necessary to compare subgraphs of the query graph with subgraphs of the graphs stored in the database. One should efficiently select a small set of database graphs, which share a subgraph with the query. Instead of comparing subgraphs one can compare their spectra. While the subgraph isomorphism problem is NP-complete, comparing spectra can be done in polynomial time.

In the next section we shall present the procedure from [10, 11] for finding melodies similar to a given melody, together with our suggestions for improvements.

2. DESCRIPTION OF THE PROCEDURE

A melody M is a finite sequence of pitches (or corresponding notes) p_1, p_2, \dots, p_m . The usual 12-tone system is used. Our considerations are related to a digraph G whose vertex set $V = \{1, 2, \dots, 12\}$ represent pitch classes. For example, the same vertex represents c in all octaves. The digraph G has all possible arcs (oriented edges) and loops.

A melody M considered as a sequence of vertices of G determines in G a closed walk consisting of arcs $(p_1, p_2), (p_2, p_3), \dots, (p_m, p_1)$. Note that some of the arcs in this walk may be repeated and also that the last arc does not actually represent an interval between the pitches in the melody. The vertex set V together with arcs from this closed walk determines a (multi-)digraph G_M associated with the melody M .

The digraph G_M , as a labelled digraph, determines uniquely pitch classes of the melody M . However, different melodies can have isomorphic associated digraphs. Nevertheless, this representation is good enough in the task of finding similar melodies.

Since all arcs of a digraph G_M lie on a closed walk, G_M consists of a strongly connected component and a number of isolated vertices.

The papers [10] and [11] consider spectra of the adjacency matrix and the Laplacian of G_M for indexing G_M .

Two melodies are considered as similar if the corresponding graph spectra are close one to the other. In particular, one should consider the Euclidean distance in \mathbf{R}^{12} (or in \mathbf{C}^{12}) between the eigenvalue sequences and require that this distance is small. A number of melodies similar to a given melody M is then obtained from melody database by general retrieval procedures (see, for example, [9]).

A number of objections to this procedure can be made. The main objections are related to the choice of graph matrices. Both the adjacency matrix and the Laplacian matrix are generally non-symmetric for digraphs. Therefore the corresponding spectra are complex which causes some difficulties. It is well-known that main results of spectral graph theory are related to undirected graph where graph matrices are symmetric and eigenvalues are reals. In addition, the Laplacian matrix is inappropriate for digraphs with loops since no loop can be recorded in the Laplacian matrix.

In general, adjacency matrix is not good since arcs not laying in closed walks are not reflected in the spectrum (this does not applies to the considered situation). Also, the reference to [8] for benefits of using Laplacian matrix is not relevant here since [8] considers undirected graphs.

In order to introduce a suitable graph matrix, note that for any real matrix A , not necessarily a square matrix, the matrices AA^T and $A^T A$ are symmetric. Therefore they have real eigenvalues which are non-negative. Non-zero eigenvalues of AA^T and $A^T A$ are the same. Square roots of the these eigenvalues are called *singular* values of A .

In our opinion, in treating music melodies by graph spectra the multidigraph G_M should be indexed by eigenvalues of AA^T where A is the adjacency matrix of G_M . In this way the mentioned objections in the approach from [10] and [11] would be overcome.

3. CONCLUDING REMARKS

A spectral graph theory approach for representing melodies as digraphs from [10] and [11] is described. These digraphs are then indexed using eigenvalues of some graph matrices. Our contribution is related to the selection of graph matrices which are used in indexing melodies. After presenting some shortcomings of the procedure from [10] and [11] we have suggested using singular values of the adjacency matrix of digraphs considered.

Acknowledgement. This work is supported by the Serbian Ministry for Education, Science and Technological Development, Grants ON174033, ON174024 and F-159.

LITERATURA

- [1] Arsić B., Cvetković D., Simić S.K., Škarić M., Graph spectral techniques in computer sciences, *Applicable Analysis and Discrete Mathematics*, 6(2012), No. 1, 1-30.
- [2] Cvetković D., Spectral recognition of graphs, *Yugoslav Journal of Operations Research*, **20** (2012), No. 2, 145-161.
- [3] Cvetković D., Doob M., Sachs H., *Spectra of Graphs, Theory and Application*, 3rd edition, Johann Ambrosius Barth Verlag, Heidelberg-Leipzig, 1995.
- [4] Cvetković D., Gutman I., eds., *Applications of Graph Spectra*, Zb. Rad. (Beogr.), 13(21), Mathematical Institute SANU, Belgrade, 2009.
- [5] Cvetković D., Gutman I., eds., *Selected Topics on Applications of Graph Spectra*, Zb. Rad. (Beogr.), 14(22), Mathematical Institute SANU, Belgrade, 2011.
- [6] Cvetković D., Rowlinson P., Simić S. K., *An Introduction to the Theory of Graph Spectra*, Cambridge University Press, Cambridge, 2009.
- [7] Cvetković D., Simić S.K., Graph spectra in computer science, *Linear Algebra Appl.*, 434(2011), 1545-1562.
- [8] Haemers W., Spence E., Enumeration of cospectral graphs, *European J. Combin.* 25 (2004), 199-211.
- [9] Demirci M.F., Leuken R.H. van, Veltkamp R.C., Indexing through laplacian spectra, *Computer Vision and Image Understanding*, 2008. doi: 10.1016/j.cviu.2007.09.012.
- [10] Pinto A., MIREX2007 - Graph spectral method, to appear.
- [11] Pinto A., Leuken R.H. van, Demirci M.F., Wiering F., Veltkamp R.C., Indexing music collections through graph spectra, *Proc. 8th Internat. Conf. Music Information Retrieval, ISMIR 2007*, Vienna, September 23 - 27, 2007, 153-156.
- [12] Shokoufandeh A., Dickinson, S. J., Siddiqi K., Zucker S. W., Indexing using a spectral encoding of topological structure, *IEEE Trans. Comput. Vision Pattern Recognition*, 2 (1999), 491-497.
- [13] Spielman D. A., *Spectral Graph Theory and its Applications*, 48th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science, IEEE, 2007, 29-38.
- [14] Zou L., Chen L., Yu J.X., Lu Y., A novel spectral coding in a large graph database, *EDBT'08*, March 25 - 30, 2008, Nantes, France.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Informacioni sistemi

KOMPARATIVNA ANALIZA ITERATIVNO-INKREMENTALNIH PROCESNIH MODELA RAZVOJA INFORMACIONIH SISTEMA

A COMPARATIVE ANALYSIS OF ITERATIVE INCREMENTAL PROCESS MODELS FOR INFORMATION SYSTEMS DEVELOPMENT

MILOŠ BORJAN¹, PREDRAG MATKOVIĆ², PERE TUMBAS², MARTON SAKAL²

¹ Nacionalna služba za zapošljavanje, Filijala Subotica, mborjan@nsz.gov.rs

² Univerzitetu u Novom Sadu, Ekonomski fakultet Subotica, pedja_m@ef.uns.ac.rs, ptumbas@ef.uns.ac.rs, marton@ef.uns.ac.rs

Rezime: U radu je prikazana komparativna analiza iterativno-inkrementalnih procesnih modela u objektnom i agilnom razvoju informacionih sistema. Nakon prikaza evolucije procesnih modela, identifikovane su dobre i loše strane izabranih modela baziranih na iterativno-inkrementalnim principima – Rational Unified Process (RUP), SCRUM i Extreme Programming (XP). Analiza je ukazala na značajan stepen sličnosti modela, te na takav način i na mogućnost njihovog kombinovanja u realizaciji zahteva konkretnog razvojnog projekta.

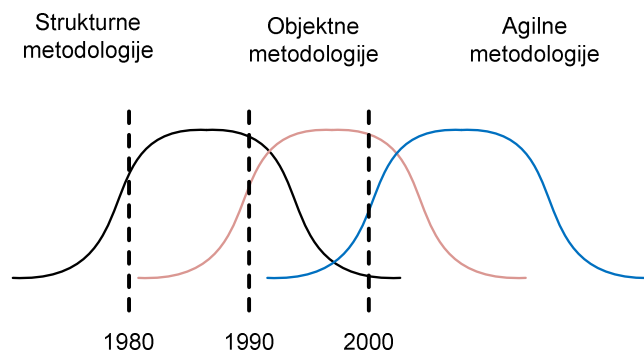
Ključne reči: procesni modeli, iterativnost, inkrementalnost, objektni razvoj, agilni razvoj.

Abstract: The paper engages with a comparative analysis of iterative-incremental process models in object and agile software development. After presenting the evolution of process models, we identified strengths and weaknesses of the selected models based on iterative-incremental principles - Rational Unified Process (RUP), SCRUM and Extreme Programming (XP). The analysis indicates that the models exhibit a high degree of similarity. This implies a possibility to combining them in a specific development project.

Keywords: Process models, iterative, incremental, object development, agile development.

1. UVOD

Danas dominantni procesni modeli bazirani su na iterativno-inkrementalnim principima. Najzastupljeniji procesni modeli današnjice jesu Rational Unified Process i agilni modeli razvoja. Iako postoje tvrdnje koje pokušavaju da ukažu na novi način razvoja koji je uspostavljen krajem dvadesetog i početkom dvadeset i prvog veka, kroz agilne modele razvoja, činjenice govore drugačije.



Slika 1. Evolutivni prikaz razvoja metodologija viđen očima pobornika agilnog razvoja

Na slici 1. prikazan je pogled na evolutivni razvoj metodologija razvoja informacionih sistema. U njemu su prikazana tri dominantna razvojna pristupa u poslednjih pedeset godina. Za uspostavljanje bilo kakve strukture, pa i ove, potrebno je definisati kriterijume na osnovu kojih je strukturiranje izvršeno. Ukoliko kao kriterijum postavimo osnovne principe na kojima su razvojni pristupi zasnovani pokazaće se da je ovakva

podela teorijski neutemeljena i da predstavlja samo pokušaj podizanja značaja agilnom načinu razvoja informacionih sistema.

Osnovni princip na kojem je baziran proces strukturnog razvoja, jeste sekvencijalnost. Rezultati jedne razvojne faze su bili ulazi u narednu razvojnu fazu, što navodi na zaključak da se vremenska dimenzija kod sekvencijalnog razvoja prostire paralelno sa sadržajnom dimenzijom. Ovo je prouzrokovalo brojne probleme u razvoju, a većina ih je proisticala iz činjenice da su trenutak nastanka greške i trenutak njenog otkrivanja vremenski bili jako udaljeni (Pressman, 2009) (Sommerville, 2011). Istorijski, posmatrano kroz procesne modele, karakteristika progresa je bila u direktnoj vezi sa smanjenjem vremenskog gapa između nastanka i otkrivanja softverskih grešaka, te na takav način ublažavanja rizika softverskog projekta. Većina grešaka načinjenih u ranijim fazama najčešće se otkriva u fazi testiranja, a njihovo otklanjanje, u cilju zadovoljenja korisničkih potreba, predstavlja značajan udarac na budžet i vreme projekta. Ovi problemi su prouzrokovani prirodom samog sekvencijalnog pristupa, tj. paralelno prostiranje vremenske i sadržajne dimenzije projekta predstavlja njegov ključni nedostatak.

Na kritici sekvencijalnog pristupa nastao je proces razvoja softvera zasnovan na iterativnim i inkrementalnim principima. Umesto dotadašnjeg razlaganja rešenja u delove, prešlo se na razlaganje problema u delove. Vremenska dimenzija je izmeštena u odnosu na sadržajnu dimenziju i na takav način je proces razvoja segmentiran na veći broj iteracija, koje su opet realizovane sekvencijalnim pristupom. Ključni efekat predupređenja rizika je postignut time što se vremenski gap između nastanka i otkrivanja greške značajno umanjio. Pored toga korisnik je mnogo aktivnije uključen u proces razvoja softvera, što je dodatno doprinelo umanjenju rizika.

Na osnovu slike 1. može se zaključiti da su u odnos stavljeni strukturni, objektni i agilni način razvoja softvera. Principi na kojima su zasnovani navedeni procesni pristupi upućuju na drugačiju vrstu podele. Dok je strukturni razvoj zasnovan na principu sekvencijalnosti, objektni i agilni razvoj je zasnovan na iterativno-inkrementalnim principima. Upravo radi toga bi se objektni razvoj i agilni razvoj mogli staviti u jednu grupu, a strukturni razvoj u drugu grupu.

Međutim, za potrebe ovoga rada, a uvažavajući činjenicu da sekvencijalni razvoj karakteriše mnogo nedostataka, mnogo interesantnije je uspostavljanje drugih kriterijuma na osnovu kojih bi se izvršilo strukturiranje razvojnih pristupa. Kriterijumi koji mogu pružiti drugačiji pogled na razvojne pristupe jesu upravo karakteristike koje oslikavaju agilnost. To su pre svega adaptibilnost, smanjena ceremonijalnost, veličanje razvojnih eksperata i dokumentovanost. Na osnovu ovih kriterijuma svi dosadašnji procesni modeli razvoja se mogu strukturirati u tradicionalne i agilne razvojne pristupe.

2. EVOLUCIJA OD SEKVENCIJALNOSTI DO ITERATIVNOSTI

Iterativnost u razvojnom procesu nije nastala revolucijom, već upravo suprotno evolucijom. Već od prvih pokušaja uređenja razvojnog procesa pojavljivali su se elementi iterativnosti u razvojnim modelima. Čak i sam *Winston W. Royce*, tvorac modela vodopada, 1970. godine u svome radu "*Managing the Development of Large Software Systems: Concepts and Techniques*" daje smernice koje ukazuju na prednosti iterativnog procesa razvoja.

Prvi ozbiljniji pokušaj utemeljivanja iterativnosti u procesne modele desio se sa pojavom modela prototipa davne 1975. godine u knjizi *Frederick Phillips Brooks*-a "*The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering*". Prototipski model je i do današnjih dana ostao jedini model koji je u potpunosti iterativno postavljen. Ključni razlog za to je što prototipski model pretpostavlja nepoznavanje poslovnog sistema, kao i nemogućnost jednostavnog upoznavanja sa njim. Upravo radi toga on poslovnu i sistemsku analizu postavlja potpuno ravnopravno sa drugim razvojnim fazama i daje predloge za njihovo iterativno realizovanje.

Sve do 1988. godine iterativnost je stavljana u zapećak i sekvencijalnost je bila ključni razvojni postulat. Zasluge za ovakvu situaciju pripadaju IT industriji, koja se krajem šezdesetih godina prošlog veka našla u poznatoj „softverskoj krizi“. Čekanje na nešto što može da pruži rezultate je bilo i previše rizično. Sekvencijalnost je opšteprihvaćen najjednostavniji princip i na njemu su nastale metodologije, metode, tehnike i razvojni alati. Tek 1988. godine pojavljuje se novi napad na sekvencijalni način razvoja. Za napad je zaslužan *Barry W. Boehm* i njegov rad "*A Spiral Model of Software Development and Enhancement*" (1988). Rad nije doživeo praktičnu realizaciju kroz metodologije, metode, tehnike i alate, ali je ponovo podstakao na nova razmišljanja. Ovo doba se ne može odvojiti od načina programiranja, karakterističnog za to doba.

Programiranje je sve do ranih devedesetih godina prošlog veka dominantno bilo strukturno. Strukturno programiranje sa konceptom *top-down* programiranja jeste u svojoj suštini sekvencijalno. Sa sopstvenom evolucijom strukturni jezici su u kasnijem periodu dominacije dozvoljavali podelu rešenja na delove, kroz

module i funkcije. Međutim i dalje je postojala potreba da se problem posmatra kao celina i da se tako pristupa njegovom rešavanju. Usled toga je prototipski model bio osuđen na čekanje boljih dana.

Međutim, ni u programerskom svetu stvari nisu bile crno bele. Objektni pristup je svoje začetke imao još šezdesetih godina u elementima jezika SIMULA 67, razvijenog od strane *Ole-Johan Dahl*-a i *Kristen Nygaard*-a koji su radili za kompaniju *Norwegian Computing Center* iz Osla. Mnogi jezici (LISP, ALGOL,..) su pokušavali da ubace elemente objektnog razmišljanja u razvoj. Do osamdesetih godina prošloga veka sve se završavalo u laboratorijskim uslovima i nije doživljavalo punu javnu afirmaciju. 1981. godine u avgustovskom broju *Byte* magazina predstavljen je *SmallTalk* jezik razvijen od strane *AlanKay*-a i njegovog razvojnog tima.

Nakon ovoga trebala je čitava decenija da objektno orijentisani programski jezici postanu dominantni. Najzaslužniji jezik za promenu jeste programski jezik C, koji je sopstvenom transformacijom preveo sopstvene pristalice iz strukturnog u objektni svet. Programski jezik C je od strukture, koja predstavlja složeni tip podataka koji se sastoji od više podataka koji mogu biti različitog tipa, napravio nešto najbliže klasi, odnosno nečemu što je sposobno da opiše informacije i ponašanje objekta iz realnog sveta. C je poznat po pokazivačima na sve tipove, pa i na funkcije. Kada se pokazivač na funkciju doda kao element strukture, ona počinje da opisuje ponašanje i postaje vrlo slična klasi. Na bazi takvog razmišljanja, a uz uvažavanje svih objektnih koncepata, *Bjarne Stroustrup* je razvio jezik *C with Classes*, koji je kasnije preimenovan u C++.

Sada je mnogo jasniji značaj pojave spiralnog modela. Prvu polovinu devedesetih godina prošloga veka okarakterisalo je objektno orijentisano programiranje, bez metodologija koje bi ga mogle podržati. I dalje se dominantno projektovalo sekvencijalno, a programiralo se objektno. Programeri su na sebe preuzimali mnogo ozbiljniji posao od onoga koji im objektivno pripada. Posledice toga se oseće i danas. Ukoliko se pogleda većina UML knjiga primetiće se da one počinju sa dijagramima klasa, koje jesu konačni praktični cilj u dostizanju statičke strukture sistema (Larman & Basili, 2003).

U takvom vakumu se pojavilo mnoštvo procesnih modela i tehnika, koje su imale dosta toga zajedničkog. Većina zajedničkih osobina je objedinjena kroz model unificiranog razvoja i kroz UML. 1997. godine se pojavio Rational Unified Process – RUP baziran na unificiranom modelu razvoja sa sledećim principima (Rational Team, 2005):

- Iterativno-inkrementalni razvoj;
- Upravljanje zahtevima;
- Arhitektura zasnovana na komponentama;
- Vizuelno modelovanje;
- Kontinuirana potvrda kvaliteta; i
- Upravljanje promenama.

Procesni model RUP je postavio neke standarde koji su se zadržali u većini procesnih modela razvoja današnjice:

- Sadržajna dimenzija je izmeštena u odnosu na dimenziju vremena;
- Poslovna analiza je dominantno smeštena u prvu iteraciju;
- Ostale faze se rade iterativno.

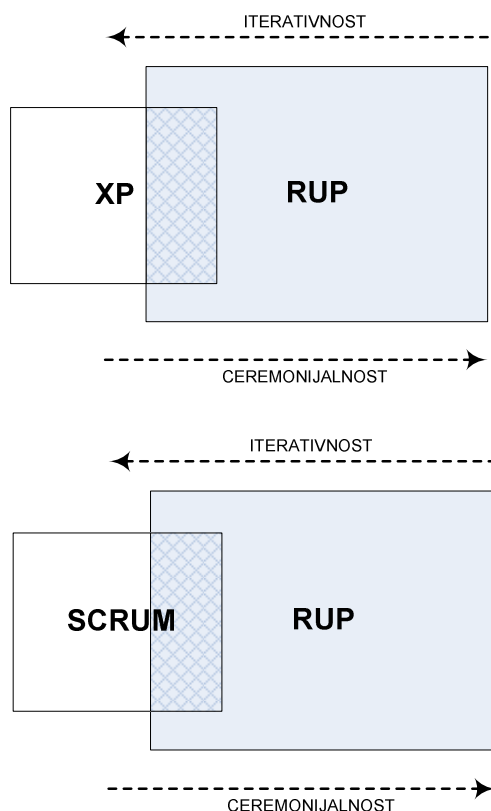
Na ovakav način su procesnim modelom realizovane brojne i značajne prednosti, od kojih je posebno posebno istaći sledeće:

- Dobija se celovita slika problema;
- Problem se u ranoj fazi razlaže na delove;
- Delovi problema se razvijaju iterativno;
- Razvijeni delovi, tj. novi inkreменти se dodaju kao nova vrednost;
- Jednostavnije se prati ceo razvoj, tj. upravljanje projektom je olakšano;
- Korisnik se uključuje aktivno u razvoj tokom celog projekta;
- Testiranje se obavlja iterativno;
- Gap između eventualne greške i njenog otkrivanja je značajno umanjen;
- Eliminise se „prazan hod“ tokom razvoja; i
- U svakom trenutku se zna proizvedena vrednost za korisnika.

Tek sa pojavom RUP-a objektni koncepti su preneseni u sve razvojne faze, a ne samo u programiranje kako je do tada bio slučaj. *Enkapsulacija* je omogućena i na funkcionalnom nivou kroz male delove problema koji samostalno funkcionišu u okviru celine. *Polimorfizam* je omogućen kroz više namensku pojavu funkcionalnosti. *Nasleđivanje* je otvorilo čitavu granu obrazaca ponašanja i njihovog preslikavanja na delove sistema. *Ponovna upotreba* jednom razvijenih funkcionalnosti je postala nešto bez čega je nezamisliv objektni razvoj. *Klasa* se na kraju našla u funkciji svih navedenih koncepata, kao sredstvo za izradu statičke strukture sistema.

3. RUP, SCRUM I XP: KOMPARACIJA

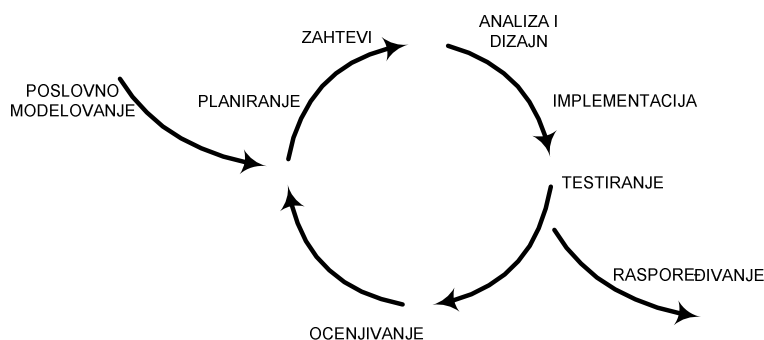
U cilju komparacije RUP-a i agilnih metodologija SCRUM i XP, na slici 2. je predstavljeno njihovo mesto u odnosu na odabrane kriterijume koji oslikavaju agilnost, a to su iterativnost i ceremonijalnost.



Slika 2. Komparacija karakteristika XP-a i RUP-a, odnosno SCRUM-a i RUP-a (Prilagođeno prema IndigoBlue Consulting, 2011)

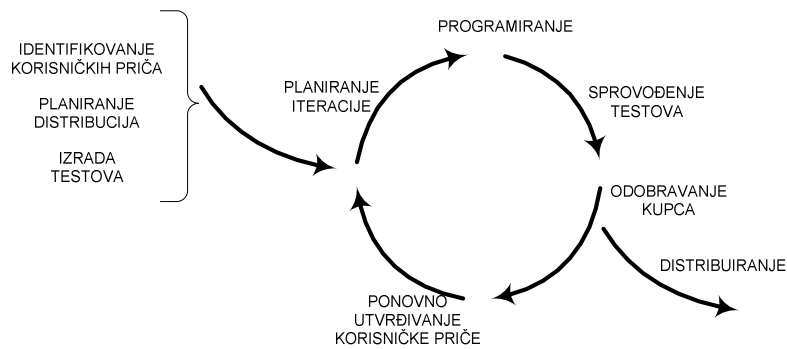
3.1. Identifikacija zajedničkih osobina procesnih modela zasnovanih na iterativno-inkrementalnim principima

Radi mogućnosti komparacije iterativno-inkrementalnih modela u cilju prepoznavanja dobrih i loših osobina modela, unificiran je način njihovog predstavljanja.

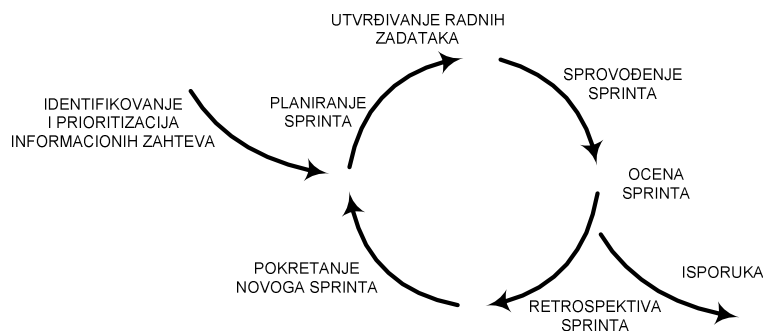


Slika 3. Model unificiranog procesa razvoja (Rational Team, 2005)

U literaturi postoji mnogo slučajeva veličanja jednog modela procesa razvoja, baziranog na kritici drugih modela. Međutim, ono što je istina je da su objektni procesni modeli razvoja, kako tradicionalni tako i agilni, u bliskoj „rodbinskoj“ vezi i da su nastali na istim principima. Naravno da se neke karakteristike mogu metodološki jačati ili slabiti, preporukama načina za realizaciju pojedinih aktivnosti ili izostavljanjem nekih aktivnosti. Na takav način su uspostavljene ključne razlike između RUP-a sa jedne strane i XP-a i SCRUM-a sa druge strane, vidljive na slici 2.



Slika 4. XP model procesa razvoja



Slika 5. SCRUM model procesa razvoja

4. ZAKLJUČAK

U radu su sažeto prikazani procesni modeli uz opis njihove evolucije u razvoju informacionih sistema. Progres u procesnim modelima je direktno povezan sa ublažavanjem rizika od neuspeha projekata razvoja informacionih sistema. Pokušaji da se ovaj rizik ublaži bazirani su na skraćanju gapa u procesu razvoja između vremena nastanka greške i vremena njenog otkrivanja i otklanjanja. Tehnološki progres, pojava interneta i potreba za brzim razvojem informacionih sistema manjih po obimu, prouzrokovali su pojavu procesa agilnog razvoja. Dva najzastupljenija agilna procesna modela razvoja, SCRUM i XP, su komparirana sa dominantnim tradicionalnim procesnim modelom današnjice, RUP-om.

Na osnovu sprovedene analize identifikovane su prednosti i nedostaci svakog od prikazanih procesnih modela i mogu se istaći sledeći zaključci (Matkovic & Tumbas, 2010):

- RUP kroz poslovno modelovanje omogućuje razumevanje celovitog problema. SCRUM i XP suprotno od toga ne pružaju celovitu sliku problema;
- SCRUM i XP manje delove problema rešavaju iterativno, čime celokupan postupak čine iterativnijim u odnosu na RUP;
- SCRUM predstavlja prevashodno menadžersku disciplinu, ostavljajući veliku slobodu oko organizovanja tehničkog dela iteracija. Time se otvara mogućnost lakog kombinovanja SCRUM-a i drugih procesnih modela;
- XP prednosti dostiže kroz primenu agilnih tehnika, a ne kroz postavku modela i metodologije;
- RUP razvoj usmerava slučajevima upotrebe, a XP testovima. Na ovakav način XP verovatno dostiže zahteve testova, ali je upitno dostizanje potpune funkcionalnosti;
- Dnevni sastanci i samokontrola razvojnog procesa, u agilnom procesu razvoju, doprinose stvaranju osećaja pripadnosti timu, većoj odgovornosti i boljoj motivisanosti članova tima;
- Odsustvo dokumentovanja kod agilnih procesa može da dovede do problema već kod realizacije projekata razvoja srednje veličine.

Detaljna analiza procesnih modela je ukazala na značajan stepen njihove sličnosti, te na takav način i na mogućnost njihovog povezivanja i kombinovanja u realizaciji zahteva konkretnog razvojnog projekta.

LITERATURA

- [1] Boehm, B.W. (1988). A Spiral Model of Software Development and Enhancement, IEEE Computer, Vol. 21, No. 5, pp. 61-72.
- [2] Larman, C., Basili V.R. (2003). Iterative and Incremental Development: A Brief History, IEEE Computer, Vol. 36, No. 6, pp. 47-56.
- [3] IndigoBlue Consulting. (2011, March 2). Project Management . Preuzeto 2013 sa IndigoBlue Consulting: <http://indigoblue.co.uk/project-management/rational-unified-process-rup>
- [4] Matkovic, P., Tumbas, P. (2010). A Comparative Overview of the Evolution of Software Development Models, Internataion Journal of Industrial Engineering and Management, Vol. 1, No.4, pp. 163-172.
- [5] Pressman, R. (2009). Software Engineering - A Practitioner's Approach, McGraw Hill, Berkshire, England.
- [6] Rational Team (2005). Rational Unified Process V7.0, IBM Rational.
- [7] Royce,W.W. (1970). Managing the Development of Large Software Systems: Concepts and Techniques, Technical Papers of Western Electronic Show and Convention (WesCon), Los Angeles, USA.
- [8] Sommerville, I. (2011). Software Engineering, Addison-Wesley, Boston, USA.



PRIMENA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA U DIJAGNOSTICI I LEČENJU

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY IN THE DIAGNOSIS AND TREATMENT

MARINA JOVANOVIĆ MILENKOVIĆ¹, DEJAN MILENKOVIĆ², KRISTINA SEKE³

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, marinaj@fon.bg.ac.rs

² Generalštab Vojske Srbije, Beograd, dejan.milenkovic@vs.rs

³ Institut za javno zdravlje "Milan Jovanović Batut", Beograd, seke@fon.bg.ac.rs

Rezime: Razvoj nauke i tehnologije je paralelan, povezan proces koga je nemoguće odvojeno posmatrati. Nauka sa novim dostignućima i tehnologija kao karika koja spaja sve naučne oblasti dovode do napredka sveta. Primena informacionih tehnologija u medicini, dovodi do razvoja novih sistema koji omogućavaju kvalitetnije i tačnije donošenje odluka lekara u procesu dijagnostifikovanja bolesti i lečenja pacijenata. Današnje vreme karakteriše primena informacionih tehnologija za podršku upravljačkih informacionih sistema, sistema za podršku odlučivanju, ekspertnih sistema, Interneta, telemedicine, učenja na daljinu i dr. U radu je dat kratak pregled sistema koji se danas koriste da usmere pažnju lekara na određeni problem i pruže podršku lekaru pri određivanju terapije. Poslednjih godina u Srbiji se radi na uvođenju informacionih tehnologija u dijagnostici i lečenju od hroničnih bolesti. Opisano je istraživanje koje je rađeno sa pacijentima koji su na antikoagulantnoj terapiji a koji su primenjivali medikamentnu terapiju na osnovu preporuke dijagnostičkog sistema.

Ključne reči: informacione tehnologije, zdravstveni sistem, dijagnostika, lečenje.

Abstract: Development of science and technology is parallel, connected process which is impossible dissociated. Science with the new developments and technologies as a link that connects all scientific fields lead to the progress of the world. Application of information technology in medicine, led to the development of new systems that enable better and more accurate decision-making process of physicians in disease diagnosis and treatment of patients. The present is characterized by the application of information technology to support management information systems, decision support systems, expert systems, the Internet, telemedicine, distance learning and others. The paper gives a brief overview of the system, which are used to direct the attention of doctors to a problem, and provide support to a doctor to determine the treatment. In recent years, Serbia is working on the introduction of information technology in the diagnosis and treatment of chronic diseases. Describes research that has been done with patients who are on therapy antoagulantnoj which are applied drug therapy based diagnostic system.

Keywords: information technology, health care system, diagnosis, treatment.

1. UVOD

Razvoj nauke i tehnologije je paralelan proces i tako povezan da ih je nemoguće odvojeno posmatrati. Nauka sa novim dostignućima i tehnologija kao karika koja spaja sve naučne oblasti, vode globalnom napretku čovečanstva.

Početne primene informacionih sistema u zdravstvenim ustanovama primarne zdravstvene zaštite bile su orijentisane prevashodno na zadovoljenje potreba izveštavanja eksternih subjekata na regionalnom ili državnom nivou po unapred definisanim jedinicama posmatranja. Ključna podrška informacionih tehnologija bila je orijentisana na (Jovanović Milenković, Milenković, Dobrota, 2012):

- prikupljanje podataka preko unapred definisanih individualnih i zbirnih statističkih izveštaja;
- parcijalno prikupljanje i dostavljanje podataka i izveštaja;
- naknadnim unosima podataka iz prikupljenih izveštaja od strane posebnih službi;
- malom stepenu ukrštanja podataka, prikupljenih kroz različite izveštaje i memorisanih u različitim bazama podataka i dr.

Informaciono-komunikacione tehnologije u sistemu zdravstvene zaštite imaju potencijal koji može biti iskorišćen za pomoć građanima i zdravstvenim radnicima, zbog sigurnije, kvalitetnije, racionalnije i bolje integrisane zdravstvene zaštite. One su sredstvo za postizanje strateških ciljeva zdravstvenog sistema, tj (Milenković, Jovanović Milenković, Vujin, Aleksić, Radojičić, 2012):

- razvoja i unapređenja upravljanja u svim elementima sistema, putem donošenja odluka zasnovanih na dokazima od strane zdravstvenih radnika, korisnika, posrednika i političara;
- stvaranja uslova za održivo finansiranje sistema zdravstvene zaštite;
- merenja ključnih dimenzija sistema zdravstvene zaštite, kao što su dostupnost, jednakost, kvalitet, efikasnost i održivost.

Današnje vreme karakteriše primena informacionih tehnologija za podršku upravljačkih informacionih sistema, sistema za podršku odlučivanju, ekspertnih sistema, Interneta, telemedicine, učenja na daljinu i dr.

2. SISTEMI ZA POBOLJŠANJE PROCESA DIJAGNOSTIKE I LEČENJA

Ekspanzija savremenih informacionih tehnologija je omogućila bržu primenu medicinskih znanja. Svetski trend novoj oblasti kreće se u pravcu razvoja medicinskih i ekspertnih sistema za poboljšanje procesa dijagnostike i lečenja.

Sistemi za poboljšanje procesa dijagnostike i lečenja su sistemi koji koriste jednostavna znanja i daju specifično rešenje za svaki problem koji im se postavi. Na osnovu činjenica, analiziraju detalje i daju zaključak, obično nakon interaktivne konsultacije. Ovi sistemi daju dijagnozu na bazi prezentiranih simptoma (Devedžić, Božović, 1992).

Informacioni sistem za podršku medicinskom odlučivanju je sistem koji podržava menadžment medicinskih informacija, usmerava pažnju lekara na određeni problem i ostvaruje savetodavnu funkciju. U sledećem delu rada dat je kratak osvrt na najpoznatije razvijene kliničke sisteme za podršku u odlučivanju i ekspertne sisteme za dijagnostiku (Tadić et al, 2010):

- **DOMBAL'S SYSTEM FOR ACUTE ABDOMINAL PAIN** je razvijen na Leeds univerzitetu sa ciljem da se koristi kao podrška u procesima određivanja dijagnoze akutnog abdominalnog bola.
- **INTERNIST-I** je eksperimentalni kompjuterski program koji je sposoban da napravi kompleksne i kompletne dijagnoze u internoj medicini.
- **MYCIN** -ovaj ekspertni sistem je razvijen na Stranford univerzitetu u Velikoj Britaniji sedamdesetih godina XX veka. Može da se koristi, kako u dijagnostici, tako i kao pomoć pri izboru optimalne terapije pri lečenju poznate infekcije krvi. Kasnije, osamdesetih godina XX veka, ovaj ekspertni sistem je proširen i nastaje **EMYCIN** (Essential MYCIN) čiji je domen nezavisan okvir koji se koristi za izgradnju dijagnostičkog ekspertnog sistema.
- **ONCOLIN** je ekspertni sistem koji je razvijen na Stranford univerzitetu u Velikoj Britaniji i čija osnovna svrha može da se definiše kao pomoć lekarima u upravljanju protokolima lečenja kod bolesnika koji se leče od bilo kog oblika kancera.
- **DXplain** je razvijen osamdesetih godina prošlog veka na Harvard Medical School- Laboratory of Computer Science i Massachusetts General Hospital. DXplain sugerise kako unaprediti kliničke manifestacije koje mogu da budu od koristi za određivanje dijagnoze i prikazuje listu atipičnih kliničkih informacija za svaku razmatranu bolest.
- **QMR-Quick Medical Reference** je razvijen 80-ih godina XX veka na Univerzitetu Pittsburgh i First Databank u Kaliforniji, SAD. QMR je klinički sistem za podršku u odlučivanju koji se koristi u dijagnostici. U bazi znanja nalaze se: 700 bolesti koje su definisane na osnovu primarne medicinske literature, više od 5000 simptoma, znakova i laboratorijskih informacija, moguće dijagnoze za svaku razmatranu bolest, zaključci, moguće relacije između razmatranih bolesti.
- **HELP** sistem automatski obuhvata i analizira bolnički stečene infekcije i identifikuje pacijente sa visokim rizikom za nesimptomatične infekcije. Neke od karakteristika ovog ekspertnog sistema su da sugerise alternative za bolesnike koji primaju nepodesnu antibiotsku terapiju, da poboljša vreme antibiotske profilakse u hirurgiji i da smanji nepotrebno prolongiranje profilakse.
- **EKSPERTNI SISTEM ZA OCENJIVANJE TERAPIJSKE PROCEDURE** treba da pomogne pri izboru optimalne terapijske procedure za lečenje povišenog krvnog pritiska kod starijih osoba. Pri određivanju optimalne terapije neophodno je uzeti u obzir sledeće faktore: starost, pol, životni stil, prebivalište, fiziološke i patofiziološke promene, prisustvo pridruženih oboljenja, korišćenje više lekova, i prvenstveno koji se lekovi koriste za lečenje povišenog krvnog pritiska. Kao ulaze, razvijeni ekspertni sistem koristi: karakteristike bolesnika, stanje bolesti, faktore rizika, relevantne laboratorijske vrednosti i korišćenu terapiju. Ekspertni sistem raspolaže sa skupom preporuka o

odgovarajućoj terapiji na individualnom nivou (koja se donosi na osnovu 200 pravila). Pomoću razvijenog ekspertnog sistema prate se i troškovi lečenja.

- **MEDICAL EXPERT AND KNOWLEDGE-BASED SYSTEM** je kompjuterski sistem koji je zasnovan na medicinskim znanjima, tekućim medicinskim i administrativnim podacima o svakom pacijentu. Primenom razvijenog ekspertnog sistema sugerise se rang terapijskih procedura na individualnom nivou koje treba da omoguće brzu zaštitu bolesnika. Svrha ovog ekspertnog sistema podrazumeva sledeće:
 - postizanje visokog kvaliteta pružanja lekarskih usluga i moguće poboljšanje zaštite bolesnika;
 - uvođenje sveobuhvatnog upravljanja kvalitetom u medicinskoj dijagnostici i procesima medicinske zaštite;
 - osiguranje efikasnosti i racionalizaciju troškova pri korišćenju raspoloživih medicinskih, tehničkih, ljudskih i organizacionih resursaModelovanje podataka o bolesniku, medicinskih znanja i procedura zaključaka u ovom ekspertnom sistemu je zasnovano na primeni teorije fazi skupova i fazi logici. Na osnovu ovih rezultata istraživanja razvijen je veliki broj kompjuterskih aplikacija u medicini.
- **MEDUSA** je fazi ekspertni sistem koji se koristi u medicinskoj dijagnostici akutnog abdominalnog bola. Ideja da se razvije ovaj fazi ekspertni sistem zasnovana je na činjenici da dijagnostika akutnog abdominalnog bola prezentuje mnogobrojne kliničke probleme. Takođe, medicinsko znanje u ovom polju karakterise se velikim neizvesnostima i nepreciznostima. Ove činjenice prirodno dovode do ideje razvoja fazi ekspertnog sistema u kome je fazi logika implicitno primenjena. Hibridni koncept ovog fazi ekspertnog sistema dopušta integraciju pravila zasnovanih na heuristici i pravila zasnovanih na rezonovanju na osnovu nepreciznih informacija. Centralna ideja integracije je da se koriste pravila zasnovana na heuristici za upravljanje u specijalnim slučajevima, a da se koriste pravila zasnovana na rezonovanju za reprezentovanje normalnih slučajeva.
- **A FUZZY EXPERT SHELL-Z-III** je modularno strukturiran fazi ES koji se sastoji od tri modula: ABVAB, INDUCE 36 i ESROM i lak je za učenje.

ABVAB se koristi za otkrivanje uzroka koji dovode do abnormalnog vaginalnog krvarenja na osnovu rezultata iz evidencije i na osnovu rezultata fizičkog pregleda. Medicinska znanja su reprezentovana kao ekspertska pravila, a neprecizni medicinski koncepti su opisani lingvističkim iskazima. Pomoću ovog ekspertnog sistema izračunava se i preferentnost mogućih dijagnoza, tako da je najpreferentnija ona dijagnoza kojoj je pridružena najveća deterministička vrednost.

INDUCE36 je razvijen za donošenje odluke o prevremenom porođaju kod trudnica čija je trudnoće starija od 36 nedelja. INDUCE36 može da bude važan konsultativni sistem jer pažljivo prati sve faktore rizika za vreme trudnoće kako za bebu tako i za majku i rešava ih putem kompromisa.

ESROM ima tri cilja: (1) dijagnoza-odlučiti kada membrane treba da budu prekinute, (2) otkrivanje infekcije-da se odredi kada se javila infekcija fetusa i (3) upravljanje-da se odluči kada fetus treba da se rodi. Ovaj ekspertni sistem je testiran na 30 hipotetičkih slučajeva i dobijeni rezultati su u veoma jakoj korelaciji sa odlukama eksperata.
- **PAPNET** je komercijalni program koji je zasnovan na korišćenju neuronskih mreža i koristi se kao pomoć u skeniranju pap brisa. Važnost da se ovaj test automatizuje se vrlo ilustrativno objašnjava sledećim primerom. Na pap testu, pacijentkinja može da ima između 30000 i 50000 abnormalnih ćelija pa je teško utvrditi da li ta abnormalnost označava i kancerogene promene ili ne. Korišćenjem neuronskih mreža povećava se tačnost skrining procesa u praksi što dovodi do veće efikasnosti ovog testa.

3. STUDIJA SLUČAJA PRIMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE U DIJAGNOSTICI I LEČENJU U SRBIJI

Poslednjih godina u Srbiji se radi na uvođenju informacionih tehnologija u dijagnostici i lečenju od hroničnih bolesti. Prema podacima Instituta za javno zdravlje, hronične nezarazne bolesti imaju najveći udeo u smrtnosti stanovništva, preko 80 osto. Među tim bolestima na prvom mestu su kardiovaskularne bolesti (54,3 odsto), a potom maligne bolesti (22,3 odsto) (Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, 2011).

U Beogradu je urađeno istraživanje koje se odnosilo na adekvatnu primenu terapije pacijenata sa antikoagulantnom terapijom. Antikoagulantna terapija je terapija medikamentima, koja sprečava nastanak i/ili aktivnost trombina i time blokira kaskadu koagulacije. Primenjuje se kod pacijenata kod kojih postoji opasnost od nastanka tromboembolijskih komplikacija. Test u medicinskoj dijagnostici na osnovu koga se

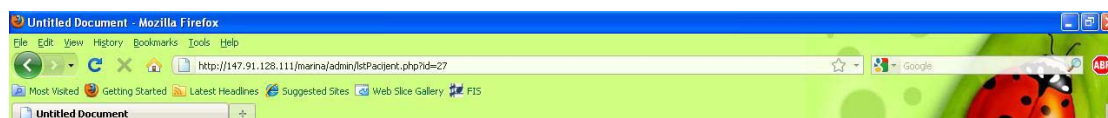
proverava vreme zgrušavanja krvi je INR (*International Normalised Ratio*), koji predstavlja odnos protrombinskog vremena pacijenta i kontrolnog protrombinskog vremena (Dopsaj et al., 2005).

U istraživanje je bilo uključeno ukupno 200 pacijenata koji se redovno kontrolišu u Centru za ispitivanje poremećaja hemostaze, Instituta za transfuziju krvi Srbije, a kod kojih se primenjuje oralna antikoagulantna terapija. U te svrhe napravljena je aplikacija koja je pored ostalih podsistema podržavala i dijagnostički sistem koji na osnovu unetih vrednosti INR-a, davao preporuku u vezi sa daljom primenom lekova (Jovanović Milenković, 2011).

Dijagnostički sistem koji je korišćen za ovo istraživanje je radio po principu ekspertnog sistema za ocenjivanje adekvatne terapije na osnovu unetih podataka lekara. On funkcioniše na izboru optimalne terapije na individualnom nivou. Sistem za određivanje terapije znatno olakšava i ubrzava pristup informacijama, njihovu komparaciju i donošenje zaključaka u vezi sa zdravstvenim stanjem pacijenta. Dijagnostički sistem sadrži znanje i podatke iz kliničke prakse na osnovu kojih je moguće izvršiti objektivni i realan izbor optimalne terapije za svakog pacijenta po ugledu na odgovarajuću ekspertizu lekara.

Pacijenti su putem weba ili mobilnog telefona unosili izmerene vrednosti INR-a u krvi. Programsko rešenje aplikacije sadržalo je obavezna polja. Obavezna polja za unos predstavljaju minimalni set podataka koji je neophodno uneti da bi se sagledala zdravstvena slika pacijenta i hronologija laboratorijskih rezultata. Na ekranskoj formi obavezna polja su: identifikator pacijenta, rezultat laboratorijske analize krvi, datum i vreme.

Na slici 1. se vidi pregled unetih pacijenata u sistem, odakle može da se prati njihovo zdravstveno stanje. Lekar može da vidi unete numeričke vrednosti INR-a.



INR - Administracija

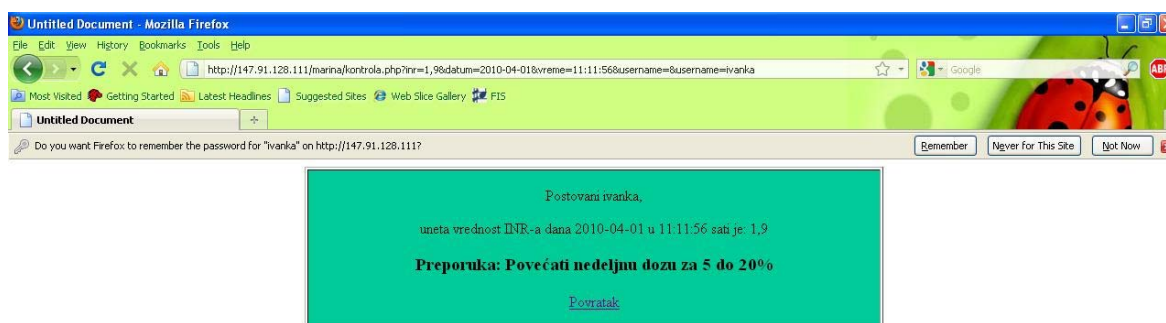
Listaj Izmeni Brisi

[Nazad](#)

prezime ime	kontakt	dijagnoze	zdravstveno stanje	tiputi	username	passwd				
Arizanović Milica	3564980		antikoagulantna terapija	Klinički centar	mlica	mlica	izmena	brisi	INR	graph
Beljic Branko	065453456		antikoagulantna terapija	VMA	branko	branko	izmena	brisi	INR	graph
Dobricic Vladimir	34565411		antikoagulantna terapija	Klinički centar	vladimir	vladimir	izmena	brisi	INR	graph
Ivanovic Vladan	063442516		antikoagulantna terapija	VMA	vladan	vladan	izmena	brisi	INR	graph
Jevremovic Milica	3456552		antikoagulantna terapija	VMA	mlica	mlica	izmena	brisi	INR	graph
Jovanovic Ivanka	3584635		antikoagulantna terapija	VMA	ivanka	ivanka	izmena	brisi	INR	graph
Jovanovic Vlastimir	463872		antikoagulantna terapija	VMA	vlastimir	vlastimir	izmena	brisi	INR	graph
Lazic Una	0648893324		antikoagulantna terapija	Klinički centar	una	una	izmena	brisi	INR	graph
Mikic Dusan					dusan	dusan	izmena	brisi	INR	graph
Milenkovic Tijana	3986235		antikoagulantna terapija	Klinički centar	tijana	tijana	izmena	brisi	INR	graph

Slika 1: Lista pacijenata koji su uneti u aplikaciju

Kako svaki pacijent ima svoje specifičnosti na osnovu parametara koje je uneo lekar i koje su uzete u obzir na osnovu njihove važnosti, dijagnostički sistem donosi zaključak u vezi sa daljom terapijom. Pri određivanju optimalne terapije lekar je uzimao u obzir parametre kao što su starost, pol, životni stil, prebivalište, prisustvo pridruženih oboljenja, korišćenje više lekova i laboratorijske rezultate. Na osnovu tih parametara, a na osnovu unetih vrednosti INR-a, dijagnostički sistem slao je povratnu poruku o odgovarajućoj terapiji na individualnom nivou (Slika 2).



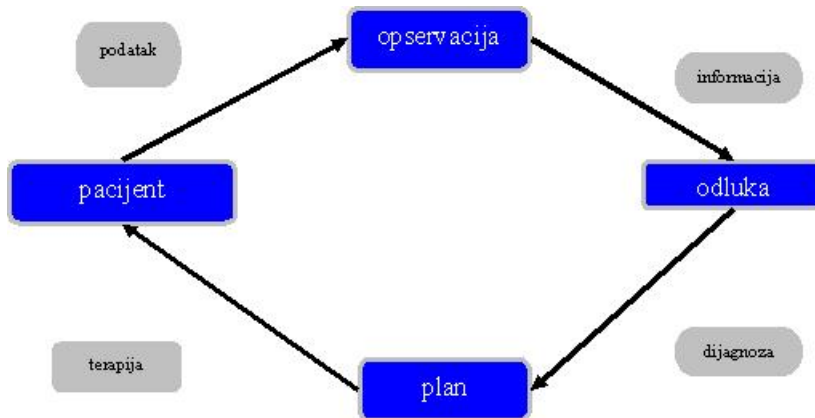
Slika 2: Preporuka sistema o doziranju leka (Jovanović Milenković, 2011)

S obzirom da je kod većine pacijenata indikovano održavanje vrednosti INR između 2 i 3, dijagnostički sistem je na osnovu povećane ili smanjene vrednosti, slao elektronskim putem poruku pacijentu. Padom ispod donje terapijske granice smanjuje se efekat primenjene terapije i povećava rizik od nastanka intravaskularne tromboze. Porast INR-a preko gornje terapijske granice takođe ne bi trebalo dozvoliti, jer se na taj način ne doprinosi antikoagulantnom efektu, ali se zato povećava rizik od nastanka krvarenja. Dozvoljenu visinu vrednosti INR-a određuje lekar, a ona zavisi od indikacije i stepena rizika. Doziranje je individualno, po određenoj šemi. Da bi se postigla referentna vrednost INR-a, urađeno je modifikovanje terapijskih doza.

Tako dijagnostički sistem na osnovu unete vrednosti donosi odluku o sledećem koraku koji se odnosi na dozu leka na dalje za svakog pacijenta, da bi se njegovo zdravstveno stanje stabilizovalo. Poruku u vezi sa adekvatnom dozom leka pacijent dobija elektronskim putem. Osnova dijagnostičkog sistema u vezi sa vrednostima INR-a je sledeća (Jovanović Milenković, 2011): ukoliko je vrednost INR-a:

- manja od 0.9 ili veća od 5.1, potrebno je da se urade neke detaljnije analize kako bi se utvrdila tačna terapija
- između 1-1.9, potrebno je povećati nedeljnu dozu za 5-20%
- između 3.1-3.5, potrebno je smanjiti nedeljnu dozu za 5-15%,
- između 3.6-4, potrebno je preskočiti jednu dozu i smanjiti nedeljnu dozu za 10-15%
- između 4.1-5, potrebno je preskočiti jednu dozu i smanjiti nedeljnu dozu za 10-20%

Dijagnostički sistem primenjuje znanje u cilju uspešnog određivanja adekvatne terapije medikamentima na način koji bi se smatrao inteligentnim kada bi te iste probleme rešavao čovek. Cilj sistema je da se izbegnu propusti u radu i da upozori na moguće greške. Dijagnostički sistem skuplja opservacije (izmerene vrednosti ili podatke), dolazi do hipotetičkog zaključka i, na osnovu svog teorijskog znanja i rezonovanja, dolazi do tumačenja i odbacuje ili revidira svoju teoriju i, konačno, planira nova istraživanja ili eksperimente da proširi svoje znanje. Sistem generiše podatke koje dobija. Uz interpretirane podatke sakupljene od mnogo sličnih pacijenata ili procesa induktivnim zaključivanjem, stiče se novo znanje, koje se priključuje osnovnom medicinskom znanju. Ovo znanje se koristi za interpretaciju drugih podataka (Jovanović Milenković, 2011). U ovom ciklusu informacija kruži od opserviranih podataka, preko interpretiranih podataka do podataka koji se koriste za terapiju. Ciklus se ponavlja više puta, jer je pacijent u neprekidnoj vezi sa lekarom (Slika 3).



Slika 3: Razmena medicinskih podataka u kliničkoj sredini (Kozar, 2006)

Na kraju istraživanja, analizom se došlo do podatka da se 59% pacijenata pridržavalo preporuka u vezi uzimanja terapije. Pacijenti su pridržavanjem poruke dijagnostičkog sistema održali svoje zdravstveno stanje stabilno.

4. ZAKLJUČAK

Informacione tehnologije u dijagnostici i lečenju pacijenata unapređuju proces lečenja i dovode do preciznijeg lečenja bolesti pacijenata. Savremeni ekspertni sistemi bazirani su na web tehnologiji, što omogućava njihovu široku upotrebu, tj. dostupnost velikom broju korisnika, kao i mogućnost integracije u globalnu (svetsku) mrežu ekspertnih sistema. Ovakvi sistemi ne mogu uvek da uzmu u obzir sve okolnosti vezane za pacijenta, time lekar ostaje potpuno odgovoran za krajnju odluku koju donese.

U radu je opisano istraživanje koje je urađeno u Beogradu koje se odnosilo na adekvatnu primenu terapije pacijenata sa antikoagulantnom terapijom. Dijagnostički sistem koji je korišćen za ovo istraživanje je radio po principu ekspertnog sistema za ocenjivanje adekvatne terapije na osnovu unetih podataka lekara a u vezi

sa zdravljem pacijenta. Kako svaki pacijent ima svoje specifičnosti na osnovu parametara koje je uneo lekar i koje su uzete u obzir na osnovu njihove važnosti, dijagnostički sistem donosi zaključak u vezi sa daljom terapijom.

Na osnovu rezultata istraživanja koje je opisano u radu, može se zaključiti da primena informacionih tehnologija u dijagnostici i lečenju, lekarima pomaže u odlučivanju i utvrđivanju tačne dijagnoze. Primena informacionih tehnologija u cilju poboljšanja procesa dijagnostifikovanja bolesti u budućnosti će imati širu upotrebu u Srbiji.

LITERATURA

- [1] Devedžić V., Božović Z., (1992), Ekspertni sistemi i njihova primena u medicini, CMS Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1992.
- [2] Dopsaj V., Jelić-Ivanović Z., Marisavljević D., Mitić G. Terzić B., Matić G., (2005), Oralna antikoagulantna terapija – klinički i laboratorijski aspekti, Farmaceutski fakultet Univeziteta u Beogradu, Beograd
- [3] Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“ (2011), Zdravstveni pokazatelji u Republici Srbiji – sistem prezentacije podataka, dostupno na http://www.batut.org.rs/download/zdravstveni_pokazatelji_rs.html
- [4] Jovanović Milenković M., (2011), Elektronski zdravstveni sistem i metode unapređenja zdravstvenog stanja stanovništva u Republici Srbiji, odbranjena doktorska disertacija, Beograd, Fakultet organizacionih nauka
- [5] Jovanović Milenković M., Milenković D., Dobrota M., (2012), Communication via the Web and SMS services in the health care system in the Republic of Serbia, Actual problems of economics, 12, 364-369
- [6] Kozar N., Istorijat medicinske informatike, Beograd, 2006., dostupno na www.cet.rs/cetcitaliste/CitalisteTekstovi/652.pdf
- [7] Milenković D., Jovanović Milenković M., Vujin V., Aleksić A., Radojičić Z., (2012), Electronic health system: Development and implementation into the health system of the Republic of Serbia, Vojnosanitetski Pregled: Military Medical and Pharmaceutical Journal of Serbia, 69 (10), 880-891
- [8] Tadić D., Cvjekković V., Erić M., Petrović R., Đukić A., Milovanović D., Mihailović G., Janković S.,(2010), Ekspertni sistem za izbor optimalne terapijske procedure za lečenje hroničnih masovnih nezaraznih bolesti, projekat TR 23007, Klinički centar Kragujevac



PRAKTIČNI RAZVOJ SOFTVERSKIH KOMPONENTI ZA POTREBE PREDUZEĆA

PRACTICAL DEVELOPMENT OF SOFTWARE COMPONENTS FOR COMPANIES

MR TATJANA DAVIDOV

DBA, Dom učenika srednjih škola Subotica, tanja.davidov1@gmail.com

Rezime: Analiza razvoj softvera za privredno-trgovinska preduzeća u uslovima visoke tehničke podrške, procenjuje upotrebu savremenih alata, generativnih softverskih komponenti koje su višestruko upotrebljive u masovnoj primeni. Opravdanost njihove primene manifestuje se kroz dva ključna kriterijuma: smanjenje vremenskog perioda razvoja konačnog aplikativnog rešenja i povećanje pouzdanosti u razvoju softvera. Navedene koristi ispoljavaju se kroz ekonomsko-finansijski efekat ulaganja ljudskog rada i znanja.

Ključne reči: Generativna softverska komponenta, aplikativni softver, Reusability (R) vrednosti,

Abstract: Analysis of software development for commercial and trading companies in high tech support, assess the use of modern tools, generative software components that are usable in multiple mass implementation. Benefit of their application manifests itself in two key criteria: reduction of time developing the final application solutions and increased reliability in software development. These benefits are manifested through economic and financial impact of investment of human labor and knowledge.

Keywords: Generative software component, software, Reusability(R) values

1. UVOD

Aplikativni softver i razvojni softver inženjering, danas imaju izuzetno kompleksan zadatak, više nego ikada do sada. Dugogodišnji cilj razvojnog softver inženjeringa, usmeren je ka pronalaženju ponovljivih, predvidivih procesa ili metodologije, što bi podiglo nivo produktivnosti i kvaliteta tokova razvoja i gotovih softverskih rešenja. Vođenje softverskog projekta, vrlo je odgovoran zadatak i povlači mnogobrojne konsekvence, s obzirom da završetak istog lako može zakasnuti u odnosu na ugovorene rokove, a s tim u vezi i zakasnuti u odnosu na predviđena budžetska sredstva. Razvoj softvera konstantno prate mnogobrojni ponavljajući problemi od kojih su najistaknutiji:

- zahtevi korisnika ili poslovnog sistema nisu zadovoljeni u potpunosti i stalno se menjaju, pri čemu su korisnici neobrazovani, a koordinacija prema razvojnim timovima je nestabilna,
- pojedinačni softverski moduli nisu integrisani, a razvoj softvera je razdužen, što utiče na kasno otkrivanje grešaka u kôdu.

Cilj ovog rada je precizirati probleme i ukazati na realnu potrebu razvoja softverskih rešenja upotrebom i izgradnjom softverskih komponenti. Razvoja softvera kroz Reusability (ponovno iskoristljive – R)¹ vrednosti, ostvaruje se kroz veliki iskorak u metodologiji razvoja softverskih rešenja.

2. PRAKTIČAN RAZVOJ SOFTVERSKIH KOMPONENTI U PREDUZEĆIMA

Microsoftovo radno okruženje (Microsoft .NET framework) omogućuje podelu softverskih rešenja na male programske blokove koji se smeštaju u dinamičke datoteke (dynamic-link library - DLL), što dovodi do uštede memorijskog prostora uz poboljšanje performansi višekorisničkih i višeprogramskih sistema. Programsko razvojno okruženje Visual Studio i programski jezik C# na .NET platformi pojednostavljuje pisanje programskih blokova. Svi programi koji podržavaju Microsoftovo razvojno okruženje, u međufaznom procesu prevode se u module međujezičkog kôda, a zajedničko izvršno okruženje (engl. *Common Language Runtime – CLR*)² prevodi međujezik na mašinski jezik računara. CLR tehnologija je savremena razvojna tehnika u Microsoftovom komponentnom modelu COM, čiju tehnologiju nastoji da

¹ Prof. dr Saša Bošnjak: "Metodologija razvoja softvera zasnovana na R-objektima" doktorska disertacija, Ekonomski fakultet Subotica, 1995

² <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/8bs2ecf4%28v=vs.71%29.aspx>, preuzeto 18.9.2009.

zamjeni, sa ciljem da ublaži mnoge mane, a i da zadrži najbolje osobine COM-a. Vrlo su istaknute tri značajne prednosti novog CLR-a u odnosu na stari COM:

- bolja saradnja između programskih jezika koje je podržano razvojnim okruženjem,
- lakši i fleksibilniji pristupi razvoju komponentnih modula, pri čemu funkcionisanje istih uopšte ne zavisi od jezika u kome su razvijene
- lakše upravljanje i održavanje novim verzijama programskih proizvoda.

2.1. Predstavljanje objektno orijentisanih (OO) Generičkih komponenti

U razvojnom okruženju Microsoft Windows, kontrola se definiše kao programska celina upotrebljiva u svakoj aplikaciji razvojnog okruženja NET. Biblioteka sadrži *unapred definisane kontrole* (engl. *Predefined controls*), ili klase. Metodologija izgradnje programskih sistema baziranih na komponentama (*Component-Based Scalable Logical Architecture - CSLA*), autora Rockford Lhotka [Lhot98], daje detaljne instrukcije razvoja u domenu projektovanja, dok je domen analize zahteva, jednostavniji. Metodika je orijentisana ka Microsoftovim tehnologijama, i usmerena je ka višestrukom korišćenju programskih komponenti u različitim radnim okvirima i korisničkim interfejsima (klijent/server arhitekturu, Web platforma). Lhotka komponente deli u tri kategorije:

- komponente opšte namene (standardne komponente),
- komponente specifične za pojedinačnu aplikaciju i
- komponente specifične za pojedinačnu industriju.

Komponente opšte namene ili standardne, nisu vezane za neku specifičnu aplikaciju. Primer komponenti razvojnog okruženja NET: *ADO, DAO, DataGrid, TextBox, ComboBox, Button*, kao i: komponente za pristup bazi podataka i neposredne komunikacije sa korisničkim interfejsom, za vizuelizaciju podataka, komunikacione komponente, za pristup perifernim uređajima, multifunkcijskom, višenamenskom korisničkom interfejsu, masovno se i mnogostruko primenjuju u svim tipovima razvojnih softverskih projekata različitim područjima primene. Generativne komponente, koje učestvuju u razvoju novog aplikativnog softvera, temelje se na moćnom tehničko-metodološkom pristupu, koji istovremeno podrazumeva fleksibilnost, brzinu rada i pristupačnost korisniku. Visok stepen ekonomske opravdanosti komponentnog rešenja, proizilazi iz mogućnosti njihove mnogostruke primene. OO generativna komponenta, je softverski alat kojim se generiše novi aplikativni softver, što zahteva izvršavanje mnogobrojnih zadataka i ponavljajućih aktivnosti na izradi korisničkog interfejsa, menija, formi, izveštaja, pristupa bazi podataka, izvršavanjem zadatih funkcionalnosti, automatizacijom razvoja novih aplikacija u vrlo različitim domenima poslovnih zahteva, uz velike uštede u ljudskim, vremenskim i materijalnim resursima.

Tabela1: Naziv tabele

Osnovna Kontrola	
NET klasa	Opis
Dugme	izbor dugmeta, polja za
Button	potvrdu, radio-dugmadi
Lista	
ListBox	listu za izbor stavki
Tekstualno polje	Prikazi izmena teksta
TextBox	
Kombinovana lista	Kombinacije tekstai liste
ComboBox	
Trakaza pomeranje	pregledanja informacija u
ScrollBar	prozoru
Natpis	Natpis za drugu kontrolu
Label	

2.2. Testiranje zahteva sistema odabrane trgovinske organizacije

Istraživanje i razvoj aplikativnog softvera, baziramo na privredno-trgovinskom preduzeću koje se bavi distribucijom roba i usluga, kao i vođenjem poslovnih knjiga u kojima se evidentiraju knjigovodstveno-finansijske promene. Razvoj novog softverskog sistema neophodno zahteva jasno precizirane informacione zahteve, koji se u sličnim domenima poslovanja unificirano ponavljaju. Ponavljajući informacioni zahtevi za veliki broj korisnika uz istovremenu masovnu upotrebu mogu se implementirati softverskom generativnom komponentom, funkcionalnim softverskim alatom koji se na tržištu softverskih proizvoda plasira za potrebe

razvoja softverskih sistema mnogobrojnih preduzeća iz različitih domena poslovanja. *Informacioni zahtevi na osnovu kojih se formira projektni zadatak razvoja softverskog sistema polaze od sličnih parametara, dok zahtevi novog softverskog alata moraju da ispunjavaju sledeće aktivnosti:*

- formiranje baze podataka na osnovu definisanih entiteta i veza između njih,
- razvoj svih modula korisničkog interfejsa. Svaki modul mora da obavlja bazne operacije nad podacima: dodavanje, modifikovanje i brisanje (eng. insert, update i delete),
- mogućnost brze pretrage nad svim podacima iz baze, prikazati podatke putem izveštaja (takozvanih reporta) u formi korisničkog interfejsa, ili štampano.

Ovo je sažet vid sumiranja zahteva, projektni zadatak, koji promovise:

1. razvoj softvera koji će odgovarati pravilima područja kome je namenjen i
2. razvoja softvera kvalitetno, produktivno, ekonomski opravdano i metodološki savremeno.

Izvršavanje pomenutih projektnih zadataka omogućuje razvojna metodologija bazirana na komponentama, što nalaže detaljnu specifikaciju zahteva, potreba i karakteristika sistema pre faze projektovanja, radi izrade kvalitetnog proizvoda, tj. softverske komponente, što se meri visokim funkcionalnostima: pouzdanost, efikasnost, višestruka upotrebljivost, prenosivost, jednostavno održavanje, kontinuiran proces testiranja informacionih zahteva i fleksibilnog ispunjenja istih.

Testiranje sistema sprovodi se kontinuiranom proverom funkcionalnih mogućnosti razvijenih softverskih komponenti, kao i izgrađenog sistema i podsistema. Verifikacijom definisanih informacionih zahteva sistema, utvrđujemo koliko softverski proizvod i sistem kao celina ispunjava postavljene parametre. Testiranjem softverske generativne komponente, za klijent/server arhitekturu i Web platformu dokazujemo:

1. *lak razvoj aplikacije* –najveći deo softverskih modula koji se ponavljaju razvijaju se automatizmom,
2. *komforan i kvalitetan korisnički interfejs* – izuzetno bitan faktor u komunikaciji korisnika sa softverom. Razvijeni korisnički modul, omogućuje fino podešavanje interfejsa: izgled, podešavanja teksta, veličine, boje, dugmića, različitih ikonica, combobox–a, listbox-a, palete boja i pozadina, slika i ostalih detalja, što daje mogućnost korisniku da uobliči kompletan softverski paket u jedan vizuelno „korisnički“ projekat,
3. *robustnost* –komponenta je primenljiva prilikom razvoja softverskih aplikacija svih performansnih mogućnosti i veličina, dimenzija softvera ili memorijskih resursa hardvera, nad bilo kojom relacionom bazom podataka, za različiti domen poslovanja,
4. *brzo izvršavanje upita nad bazom* –komponentni pristup razvoju nove aplikacije poseduje ugrađen sistem brzog pretraživanja podataka iz baze, kao i štampanje dobijenog rezultata na ekran ili štampač,
5. *lako definisanje korisničkih menija* –klasifikovanje svih izgrađenih modula u jednostavan hijerarhijski organizovan korisnički meni, kojim se organizuju poslovi razvijenog aplikativnog softvera,
6. *mogućnost dorade u softveru* –formirani univerzalni projekat, koji obuhvata veći deo razvoja osnovnih funkcionalnosti aplikativnog softvera uz mogućnost lakog i fleksibilnog proširenja dodatnih,
7. *kvalitet funkcionalnih karakteristika komponente* –razvojne metode funkcionalno i svrsishodno ispunjavaju uslove osnovnih i svih predviđenih zahteva sistema.

2.3. Testiranje zahteva softvera odabranogprivredno-trgovinskogdruštva

Svaki aplikativni softver ima svrsishodnu ulogu u obradi određenih programskih zadataka. Definisati informacione zahteve novog softverskog rešenja, podrazumeva: odrediti jasne ciljeve i zadatke uz intenzivnu saradnju sa osobljem preduzeća i kontinuirano testiranje tokom faza razvojnog procesa, radi blagovremenog otkrivanja i otklanjanja grešaka. Ako posmatramo klasično trgovinsko preduzeće koje je predmet istraživanja, prvi zadatak razvoja softvera jeste: pravilno precizirati informacione zahteve korisnika onih područja poslovanja koji su neophodno važni, kao što su:

- kretanje robe kroz magacin (ulaz, izlaz, stanje zaliha),
- kretanje dokumentacije unutar preduzeća (prijemnice, otpremnice),
- kretanje dokumentacije u odnosu na spoljašnje entitete (poslovni partneri, banke, maloprodajni cenovnik i trenutno stanje zaliha trgovačke robe, poručivanje robe, fakturisanje),
- vođenje knjigovodstvenih poslovnih knjiga,
- sintetički i analitički kontni plan,
- tipovi dokumenata putem kojih se vrši knjiženje knjigovodstvenih stavki u glavnu knjigu,
- izveštaji iz glavne knjige u vezi finansijskog poslovanja preduzeća.

Informacioni zahtevi budućeg softverskog sistema za trgovinsko preduzeće obuhvatili bi sledeće:

1. definisanje šifarnika:
 - matičnih preduzeća, i sva preduzeća čije se poslovne knjige evidentiraju ovim softverom,
 - poslovnih partnera, sa kojima preduzeće saraduje

- tekućih računa svakog preduzeća, banke ili poslovnog partnera,
 - tipova roba i usluga,
 - roba i usluga,
 - cenovnika roba i usluga,
 - jedinica mera za robu i usluge,
 - magacina za smeštaj robe,
 - banaka i njima sličnih ustanova,
 - gradova sedišta,
 - vrste dokumenata pomoću kojih se obavlja poslovna operativnost,
 - grupe konta, sintetičkog i analitičkog kontnog plana,
 - poreskih stopa i njihova primenjivost na pojedinim dokumentima,
 - drugih, manje značajnih podataka u matičnoj evidenciji preduzeća.
2. operativnost softvera:
- vođenje glavne knjige direktnim knjiženjem dokumenata kroz knjigovodstvene stavke,
 - promet roba i usluga – praćenje stanja zaliha roba, kretanje dokumenata,
 - funkcionalnosti od velikog značaja za tačnost podataka: kalkulacije prodajne cene koštanja, obračun pdv-a za period poslovanja, uz proveru ravnoteže knjiženja dokumenata u glavnoj knjizi, obračun osnovice za porez, poreza i ukupne vrednosti po svakom dokumentu robnog prometa, finansijska ravnoteža bilansnih promena iz glavne knjige,
3. vizuelni izgled formi za unos podataka:
- jasni ekrani, krupna slova, ikone koje asociraju na funkcionalnost koju izvršavaju, jasno preciziranje naziva dugmića prema njihovoj svrsi, formulisanja prozora sa porukama (engl. message box),
4. korišćenje softvera od strane Web korisnik:
- Web klijenti je omogućen: pregled tabela šifarnika roba i usluga, cenovnika, izrada dokumenata, štampanje, pretraživanje, brisanje, dodavanje i modifikovanje podataka u bazi.

Novi aplikativni softverski proizvod trebao bi da zadovolji gore navedene, slične i još mnoge druge, proširene zahteve korisnika. Cilj istraživanja u domenu razvoja softverskih generativnih komponenti fokusira se na skraćivanju vremena razvoja aplikativnog softvera, što nam i definiše primarni zadatak: *automatizovati aktivnosti na izradi ponavljajućih zahteva* u toku razvoja novog softverskog proizvoda. S obzirom da svaki poslovno-informacionog sistema (IS) mora da pohranjuje i obrađuje podatke, te operacije nad podacima spadaju u najčešće ponavljajuće zadatka, koji se mogu skoncentrisati na pet osnovnih:

1. unos podataka,
2. modifikaciju podataka,
3. brisanje podataka,
4. pregled i štampanje podataka i
5. pretraživanje podataka.

Razvoj IS, korisničkog interfejsa i definisanih entiteta, kojima se obavljaju osnovne operacije nad podacima u bazi podataka, automatizuj razvoj softvera, pri čemu se je i od 60% programerskih zadataka budućeg IS obrađeno. Softverski alat, generativna komponenta, u klijent/server arhitekturi ili Web platformi generiše sledeća rešenja:

- module (forme) korisničkog interfejsa, sa mogućom manipulacijom nad podacima baze podataka:
 - svaki modul manipuliše nad jednom tabelom baze, kao što je forma tipa “šifarnik” ili nad više tabela istovremeno (najčešće dve tabele), kao što je forma tipa “dokument”, pri čemu se te dve tabele nalaze u odnosu zaglavlje/stavke.
 - na formama je omogućeno pretraživanje prema definisanim kriterijumima nad tabelama baze,
- menije, sa hijerarhijskim prikazom grupisanih segmenata poslovnih okvira i radnih zadataka. Formulisan željeni korisnički meni, koji poziva izgenerisane module,
- reporte, prikazivanje izveštaja formiranih nad podacima, u vizuelnom ili štampanom obliku.

Testiranjem kvalitativnih i kvantitativnih zadataka koje komponenta rešava tokom procesa razvoja novog softvera u okruženju klijent/server arhitekture ili Web platforme, dokazaćemo sveobuhvatnim zadovoljavanjem zahteva sistema i informacionih zahteva neposrednih korisnika softvera:

1. gotova komponenta je upotrebljiva i prenosiva, u vidu DLL³ fajla, ugrađuje se u bilo koji novi projekat tokom razvoja aplikativnog softvera, podržava različita razvojna okruženja kao i oblasti primene,
2. funkcionalnost komponente definiše se u koracima toka izvršavanja. Prvi korak omogućuje izbor servera, baze podataka i svih objekata,

³ https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic-link_library, preuzeto 15.5.2013.

3. sledeći korak nam omogućuje izbor tabele za koju želimo napraviti korisnički interfejs,
4. definišemo strane ključeve i vizuelni izgled korisničkog interfejsa, veličinu polja za unos teksta, labela,
5. sledeći korak uspešno generiše modul (formu) korisničkog interfejsa sa svim neophodnim funkcionalnostima, dugmićima za obavljanje baznih operacija nad podacima, pretraživanja i štampe,
6. u zavisnosti od vrste i sadržaja podataka za koje generišemo modul korisničkog interfejsa, ovim softverskim rešenjem u mogućnosti smo da definišemo određene računске operacije nad podacima sa kalkulativnim i sumarnim rešenjima za polja baze podataka koja odaberemo,
7. generisana forma definiše šifarnik (ako se radi o jednoj tabeli baze podataka) ili
8. generisana forma definiše dokumentat (ako se radi o dve tabele baze podataka koje se nalaze u međusobnom odnosu zaglavlje/stavke),
9. formiranje korisničkog menija, slobodom korisničkog izbora. Hijerarhijski je raspoređen po stavkama glavnog menija, podmenija i objekata koje poziva. Organizovan je prema segmentima poslovnih procesa i radnih zadataka u preduzeću.

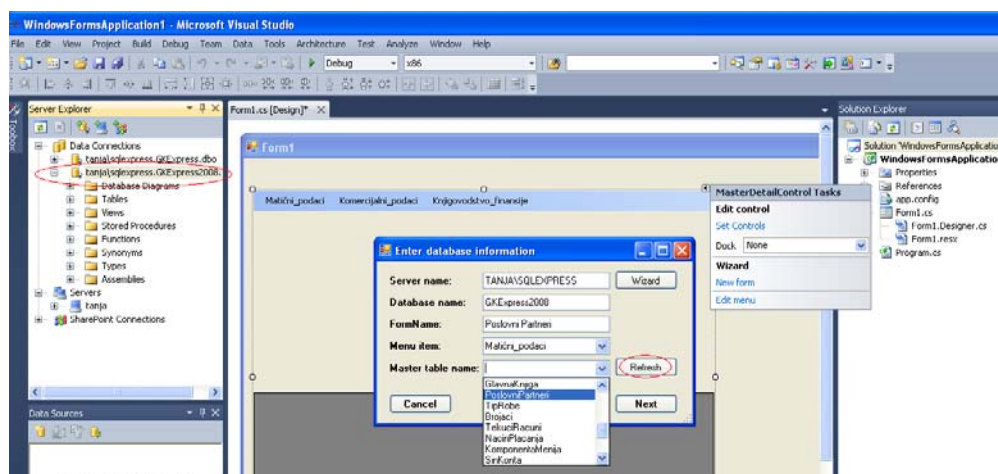
Skraćivanje vremena razvoja novog softvera i ostvarenje ključnih faktora razvoja dobrog softverskog rešenja: kvalitet, produktivnost, ekonomičnost i višestruka upotreba, opravdava funkcionalne karakteristike razvijenog softverskog alata svrsishodno zahtevima sistema i korisnika.

Informacioni zahtevi koji definišu dodatne funkcionalnosti na pojedinačnim modulima šifarnika ili dokumenata, rešavaju programerski timovi. Takvi zahtevi se ne mogu automatizovati, zavise od objektivnih i subjektivnih faktora samog preduzeća i osoblja. Programer je u mogućnosti da svoju pažnju i vreme posveti kvalitetnom rešavanju specifičnih zadataka, na razvoju i nadogradnji pojedinačnih softverskih modula, s obzirom da su svi jednoobrazni zahtevi efikasno rešeni automatizmom, “**generativne komponente**”.

Testiranje novog softverskog sistema neminovno mora da se bazira na detaljno definisanim korisničkim zahtevima. Testiranje obavlja specijalizovano osoblje, neposredni korisnici novog softverskog sistema, a pre svega, programer, kao prva osoba koja testira funkcionalnosti i zadatke koje softver neophodno ispunjava. Veoma je bitno odrediti opseg i postupke testiranja: šta se testira, gde su polazne i završne tačke testiranja i test podataka, kojom brzinom treba vršiti testiranje, koliko i kako sistematizovati podatke koje treba unositi prilikom izvođenja testa. U svakom slučaju jasno nam je da prilikom testiranja nije moguće ispitati sve moguće akcije i okvire funkcionalnosti, ali ključni programski zadaci su neophodni:

- da li komponenta pravilno definiše server, bazu podataka i tabele baze,
- da li vodi računa o stranim ključevima i ključnim poljima,
- da li možemo pravilno da utičemo na raspored polja na ekranu, njihov izgled i veličinu,
- da li formirani moduli obavljaju sve definisane funkcionalnosti,
- da li meni koji se formira pravilno funkcioniše u hijerarhijskoj organizaciji poslova,
- da li kalkulativna polja i sumarne vrednosti koje se automatski izračunavaju daju tačne podatke,
- da li definisani dugmići za osnovne i dodatne operacije nad podacima izvršavaju svoje funkcije.

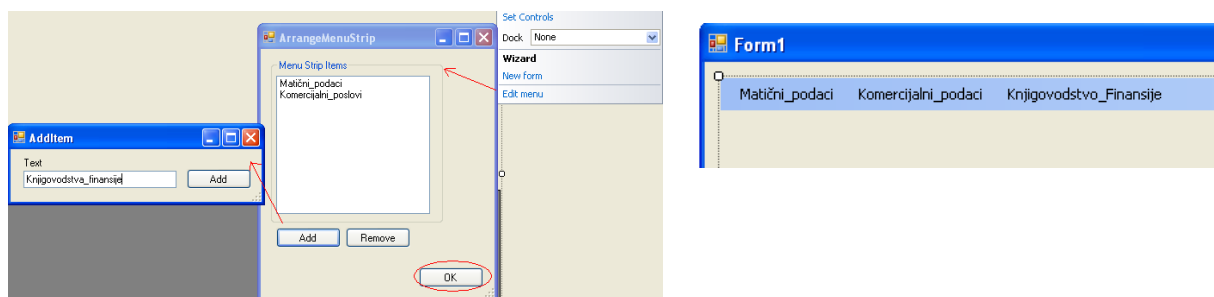
Postoje razni i mnogobrojni alati za testiranje softverskog sistema ili njegovih delova, ali nikako do sada nije pronađen jedinstveni alat kojim se testira softver kao kompleksna celina. Vrlo je korisno korisničko uputstvo i uputstvo namenjeno održavanju aplikativnog softvera, što utiče na pravilno izkorištavanje softverskih funkcionalnosti, što izlazne informacije čini kvalitetnim i svrsishodnim.



Slika 1: Generativna komponenta - izbor servera i tabele baze podataka, menija i forme

Naredne tri slike pokazuju delove implementacije rada generativne softverske komponente u funkciji razvoja aplikativnog softverskog rešenja: definisanje baze i tabela, formi tipa master/detal i menija.

Slika 2: Generisana forma tipa master/detail, nad dve tabele, sa svim funkcionalnostima



Slika 3: Generisanje korisničkog menija aplikacije

3. ZAKLJUČAK

U uslovima globalne ekonomije zasnovane na Internet standardima i protokolima, konkurentnost preduzeća ogleda se u nivou tehničke i informatičke podrške, kvalitetom i brzinom realizacije informacionih zadataka. S obzirom da je brzina razvoja, funkcionalnost i kvalitet softverskog sistema značajan faktor koji preduzeće čini konkurentnim na tržištu, metodologija i alat za razvoj softverskog sistema mora biti profesionalno izabrana. Istraživanje u oblasti razvoja aplikativnog softvera, kao i realizacija softverskog alata, generativne R-komponente, koja generiše aplikativni softver, automatizacijom, što štedi vreme i ljudske resurse. Čak i do 60% aplikacije za potrebe privredno-trgovinskog preduzeća moguće je razviti generativnom komponentom.

Isplativost razvoja softverskih komponenti se dokazuje njihovom višestrukom upotrebom, što motiviše njihove kreatore da ih prodaju na tržištu softverskih komponenti u što većem broju primeraka, u cilju blagovremenog povratka sredstava od ulaganja u takvu investiciju. Razvoj i distribucija softverskih komponenti iziskuje kompletnu analizu trenda tržišnih i softverskih zahteva uz usklađivanje tehnoloških mogućnosti sa trenutno aktuelnom softverskom i hardverskom arhitekturom.

LITERATURA

- [1] Robin A. Reynolds-Haertle: „*OOP sa MS Visual Basic .NET i Visual C# .NET*“,
- [2] Magnus Larsson, „*Applying Configuration Management Techniques to Component-Based Systems*“,
- [3] Ivo Veseli, „*Sustavizaprácenjeivođenjeprocesarazvojasoftvera*“, Zagreb, svibanj 2007,
- [4] A. Veljović, „*Objektnoorjentisanrazvojinformacionihsistema*“, Vojnoizdavačkazavod Beograd, 2001,
- [5] JACOBSON: „*Software reuse : architecture, process & organization for business success*“,
- [6] Lothar Baum, Martin Becker, Lars Geyer, Georg Molter: „*The Role of Architecture for Complex Systems Development*“,
- [7] Prof. dr Saša Bošnjak: „*Metdologija razvoja softvera zasnovana na R-objektima*“ doktorska disertacija, Ekonomski fakultet Subotica, 1995
- [8] McCall, J.; Richards, P.; Walters, G.: "Factors in Software Quality" Novembar 1977



ANALIZA PRIMENE INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA ZA DONOŠENJE UPRAVLJAČKIH ODLUKA U LUKAMA (SA DETALJNIM PRIKAZOM LUKE NOVI SAD)

ANALYSIS OF IT FOR MAKING MANAGEMENT DECISIONS IN PORTS (WITH A DETAILED REVIEW OF THE PORT OF NOVI SAD)

ZDRAVKO TEŠIĆ, BRANISLAV STEVANOV, MILOSAV GEORGIJEVIĆ

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, branisha@uns.ac.rs

Rezime: Upravljanje lukom kao sistemom zahteva razumevanje funkcionisanja svih činilaca poslovanja. Osnovni poslovni procesi obuhvataju pružanje skladišnih i pretovarnih usluga. Razumevanje svih elemenata pomenutih procesa je od suštinske važnosti za donošenje upravljačkih odluka. Jedan od ključnih ciljeva ovog rada je stvaranje osnova za integraciju poslovnih procesa izradom modela procesa i za razvoj integrisanog informacionog sistema (softverskih aplikacija) koji će omogućiti prikupljanje, obradu, memorisanje, distribuciju i prezentaciju podataka. Cilj izgradnje datog sistema je poboljšanje procesa planiranja, upravljanja, monitoringa i kontrole svih poslovnih aktivnosti, kao i integracija i povezivanje luka Dunava u integrisani EU logistički sistem.

Ključne reči: Luka, Informacioni sistem, Poslovni proces, Integracija.

Abstract: Managing a port as a system requires an understanding of the functioning of all the factors of business. The primary business includes storage and transshipment services. Understanding all the elements of these processes is essential for making management decisions. One of the key objectives of this work is to create a basis for integrating business processes setting up the basis for the development of integrated information systems (software applications) that will enable the collection, processing, storage, distribution and presentation of data. The goal of building a given system is to improve the planning, management, monitoring and control of all business activities, as well as creating the basis for integration and connectivity of Danube ports in the EU integrated logistics system.

Keywords: Port, Information system, Business process, Integration.

1. UVOD

Luke predstavljaju jedan od važnijih elemenata ekonomije jedne zemlje. Usled različitih faktora poput povećanja međunarodne trgovine, povećanog kapaciteta plovnih vozila, smanjenih troškova unutrašnjeg transporta i primene novih tehnologija, povećana je konkurentnost između luka, a efikasnost obavljanja poslovanja je jedan od glavnih kompetitivnih faktora. Nije više dovoljno upravljati tovarom na najefikasniji način, već je potrebno odgovoriti i na sve veće zahteve tržišta za sve sofisticiranijim upravljanjem podacima u lukama. Većina luka će morati da proširi svoje kapacitete kroz operativna i tehnološka poboljšanja. Obezbeđujući svim učesnicima u poslovnim procesima da komuniciraju efikasno, lučki komunikacioni sistemi promovišu kompetitivne luke kao i kompetitivna tržišta. Osnovni ciljevi su:

- eliminisanje papirne dokumentacije iz operacija,
- upotreba standardizovanih informacionih i komunikacionih tehnologija,
- veća integracija ovih tehnologija u dnevne operativne zadatke,
- veća upotreba bežičnih komunikacionih tehnologija.

U luci Novi Sad, kao jednom od učesnika u lancu snabdevanja na reci Dunav, realizacija navedenih ciljeva zahteva prethodnu analizu poslovnih procesa i kreiranje modela informacionog sistema. U prvom delu rada dat je kratak pregled postojećih informacionih tehnologija koje se mogu primeniti za upravljanje procesima rada u lukama. Drugi deo rada je orijentisan na analizu stanja luke Novi Sad sa prikazom modela osnovnog poslovnog procesa. Treći deo rada daje prikaz modela informacionog sistema luke kao i prikaz implementacije kroz jedan od sastavnih modula.

2. POSLOVNI PROCESI I INFORMACIONE TEHNOLOGIJE U LUKAMA

Informacione tehnologije su postale osnova brzog i preciznog transfera ogromnih količina podataka koje se koriste u poslovanju u lukama i njihovom poslovnom okruženju (Kia *et al.* 2000). U osnovne informacione tehnologije koje se primenjuju u lukama spadaju RFID (*Radio Frequency Identification*), geografski informacioni sistemi i poslovni informacioni sistemi. RFID tehnologija se koristi za lakše upravljanje tovarom. Geografski informacioni sistemi daju pregled trenutnog položaja i stanja svih učesnika u plovnom saobraćaju u oblasti luke, dok poslovni informacioni sistemi integrišu poslovne procese u lukama.

2.1. Poslovni procesi u lukama

Sve poslovne aktivnosti u lukama predstavljaju deo nekog poslovnog procesa. Poslovni proces se stoga može definisati kao skup aktivnosti radi zadovoljenja potreba kupaca (Jacobson 2003). U ovom slučaju osnovni kupci lučkih usluga su kompanije koje uvoze ili izvoze robu. U osnovne poslovne procese u lukama spadaju procesi koji se odnose na manipulaciju tovarom, a u pomoćne poslovne procese spadaju svi ostali procesi poput komercijalnih poslova, računovodstva i finansija itd. Svaki poslovni proces ima neki svoj cilj na kojeg utiču eksterni subjekti iz okruženja i interni poslovni procesi (Hammer and Champy 1993). Osnovni cilj poslovnih procesa u luci što efikasnije obavljanje lučkih usluga u što kraćem vremenskom periodu.

2.2. RFID

Iako je RFID komunikaciona tehnologija prisutna već određeni niz godina, samo nekoliko luka je usvojilo ovu tehnologiju. Tokom 2006. godine luke u Los Angelesu i Long Biču su izdale oko 10000 RFID tagova (Talley 2009). RFID tehnologija omogućuje automatsku identifikaciju. Ostale tehnologije uključuju bar-kod, optičko čitanje karaktera i biometrijske tehnologije. Međutim, za razliku od RFID tehnologije, informacije moraju ručno da budu skenirane kod ovih tehnologija. Očekuje se da će se bar-kodovi zameniti RFID tagovima u budućnosti (Kapoor *et al.* 2009).

RFID identifikuje objekat bežičnom transmisijom upotrebom radio talasa. RFID tagovi se mogu prikazati za tovar i za opremu sa ciljem da identifikuju npr. stanje i pozicija, da se skрати vreme inspekcije tovara prilikom manipulacije i samim tim vreme čekanja vozila na lučkim terminalima. Četiri osnovne karakteristike RFID tehnologije su operaciona efikasnost, tačnost, vidljivost i bezbednost (Singer 2003).

RFID tagovi se dele na tri grupe:

- pasivne tagove koji ne poseduju izvor energije i služe za čitanje informacija sa njih,
- aktivne tagove koji poseduju izvor energije i za interna kola i za transmisiju podataka,
- polu-aktivne tagove poseduju izvor energije samo za napajanje internih kola.

RFID čitači koji uzimaju podatke sa RFID tagova mogu biti ručni, postavljeni kao mobilna ili fiksna oprema. Jedan od problema prilikom implemetacije RFID tehnologije kod luka, jeste da se tagovi i njihove radio frekvencije mogu razlikovati od jedne luke do druge (Talley 2009). Informacije koje se nalaze na tagu mogu biti nečitljive prilikom transporta u druge luke. Za efektivniju upotrebu RFID tagova u lukama potrebno je da budu uspostavljeni standardi po pitanjima frekvencija, iznosu energije koji se koristi kod tagova i standardnoj upotrebi odgovarajućeg računarskog jezika.

2.3. Geografski informacioni sistemi i poslovni informacioni sistemi

GIS (*Geographic Information System*) predstavljaju vrstu informacionih sistema koja omogućuje (Douglas 2008) :

- unos, obradu i skladištenje prostornim ili geografskim podacima,
- analizu tih podataka,
- integrisanje tih podataka sa ostalim tipovim podataka,
- prezentovanje podataka za podršku procesu donošenja odluka.

Geografski informacioni sistemi su povezani na baze podataka koje koriste geo-reference za smeštanje i uzimanje podataka. Poboljšanje navigacije u vodnom saobraćaju primenom GIS servisa se umnogome smanjuju troškovi transporta (Schilk and Seemann 2012). Upotrebom ove vrste informacionih sistema obezbeđuje se pristup kritičnim informacijama u lukama za vreme koje se više ne meri u časovima već u minutima. Brzo se može dati odgovor na pitanja poput veličine raspoloživog slobodnog skladišnog prostora, zauzeću ključnih resursa za manipulaciju robom itd.

Poslovni informacioni sistemi obezbeđuju integraciju ljudi, tehnologija i informacija u preduzeću. Poslovni informacioni sistemi obezbeđuju integrisano upravljanje svim poslovnim procesima u okviru luke, pojačanu kontrolu poslovnih procesa, unapređenu kontrolu troškova i brže reagovanje na najave poslova kupaca i

promene u lancu snabdevanja. Integracija logističkih procesa (utovar, istovar, pretovar, skladištenje) koji se odvijaju u luci sa poslovanjem poslovnih partnera je veoma bitna funkcija ovakvog sistema (Choi *et al.* 2010).

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA LUKE

Luka Novi Sad je locirana na levoj obali reke Dunav, na 1254. kilometru, na ukupnoj površini od 350000 m². Dužina keja je 800 metara na kome je postavljeno 5 portalnih dizalica nosivosti od 5-27,5 tona i dva levka za pretovar. U sastavu se nalazi zimska luka i 4 sidrišta. Luka i radni prostor su povezani sa železnicom.

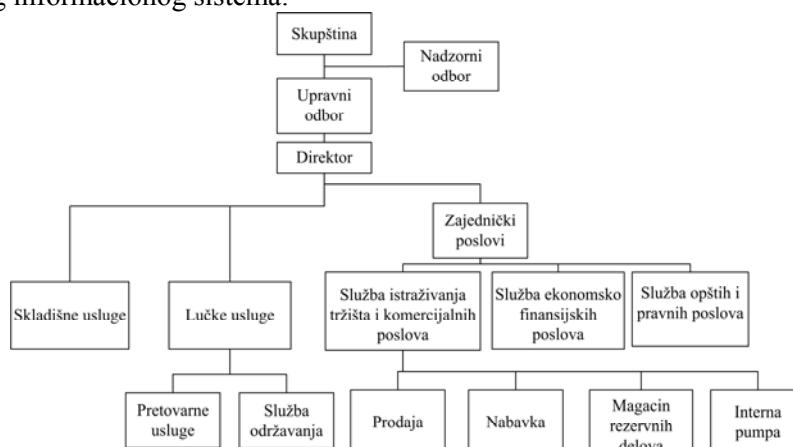
Analiza je obuhvatila snimanje postojećeg stanja i definisanje potrebnih aktivnosti za poboljšanje postojećih procesa, sa osnovnim ciljem izrade modela poslovnih procesa od radnih procesa na mašinama (kapacitetima) do upravljanja celokupnim poslovnim sistemom.

Prvi korak u analizi primene informacionih tehnologija u poslovnom sistemu je pokazao:

- Nedostatak usvojenog modela poslovnih procesa. Poslovni procesi nisu precizno definisani sa stanovišta ulaza, obrade i izlaza. Poslovni procesi nisu dokumentovani.
- Izlazi (pregledi i izveštaji) nisu podešeni u skladu sa aktuelnim relacijama između procesa unutar poslovnog sistema i u odnosu na okolinu.
- Automatizacija poslovnih procesa je na niskom nivou. Softverske aplikacije su zastarele i međusobno nepovezane.
- Tehnička podrška (računari, periferni uređaji, uređaji za akviziciju podataka, komunikacione mreže) je na niskom nivou i nedovoljnog kvaliteta.

Ljudski resursi su obučeni za korišćenje postojećih aplikacija, uz značajne probleme i nemogućnost da pripreme i obezbede podatke i informacije potrebne upravljačkim strukturama za donošenje odluka u realnom vremenu.

Prethodni zaključci su uticali na potrebu detaljne analize poslovnih procesa uz prihvatanje postojećih aktivnosti koje daju pozitivne rezultate i uvođenje novih aktivnosti kako bi se unapredili poslovni procesi i ostvarila njihova integracija. Organizaciona šema je data na slici 1. U osnovne procese rada spadaju pružanje lučkih (pretovarnih) usluga i skladišnih usluga. Procese podrške čine procesi prodaje, nabavke, rada magacina rezervnih delova, rada interne pumpe, rada službe ekonomsko finansijskih poslova i službe opštih i pravnih poslova. Organizaciona šema, sa strukturom organizacionih jedinica u kojima se izvode poslovni procesi, je poslužila kao polazna osnova za analizu poslovnih procesa sa mogućnosti iskorišćenja primenjenih informacionih tehnologija, kao i podešavanje i uvođenje novih aktivnosti koje će omogućiti izgradnju savremenog informacionog sistema.

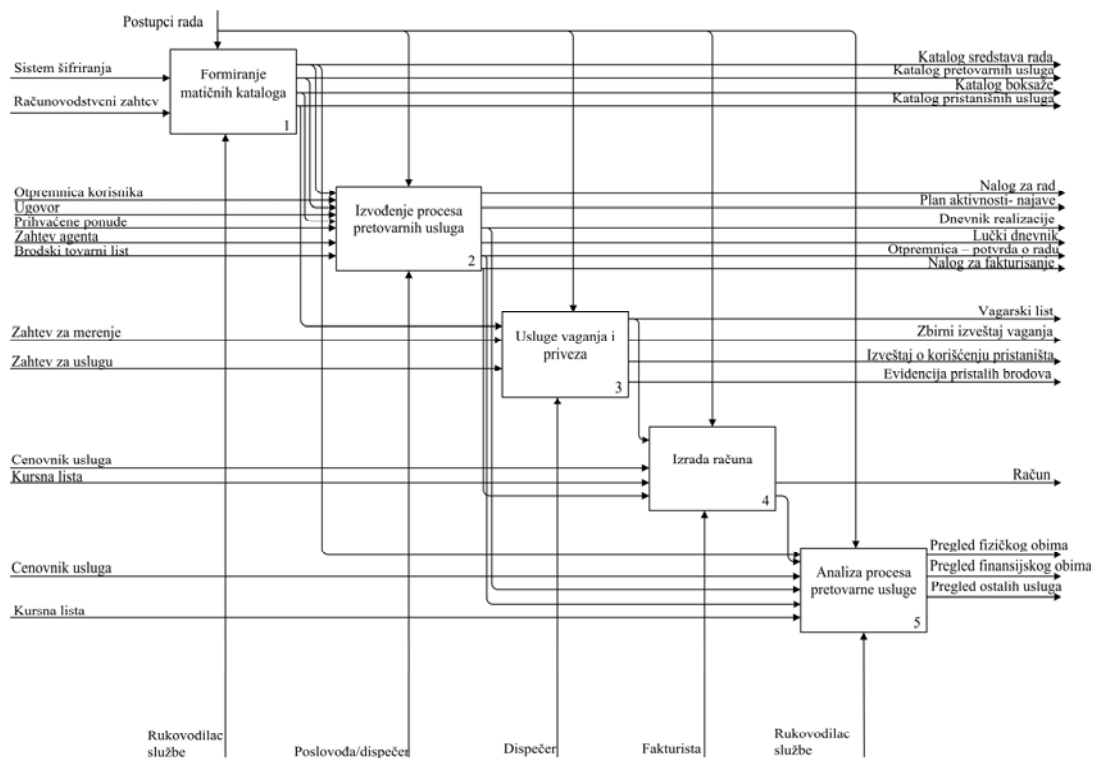


Slika 1. Organizaciona šema luke Novi Sad

3.1. Proces pružanja lučkih (pretovarnih) usluga

Kao osnovni proces u kome se ostvaruje materijalna dodata vrednost u poslovnom sistemu Luka Novi Sad, pružanje pretovarnih usluga obuhvata pre svega proces istovara robe sa transportnih plovila koja se postavljaju u odgovarajući prostor za upotrebu sredstava rada (dizalice, levak). Drugi proces je suprotan prethodnom i obuhvata utovar robe, uz primenu sredstava rada, na transportna plovila. U prethodna dva procesa roba se utovara ili istovara u otvoreni ili zatvoreni prostor luke. Pretovar je treći proces koji podrazumeva prenošenje robe sa transportnog plovila direktno na transportno sredstvo koje se postavlja pored sredstva rada i obrnuto sa transportnog sredstva na transportno plovilo. U procesu pretovarnih usluga izvršena je klasifikacija usluga prema usvojenom sistemu koji obuhvata zahteve procesa pretovara ali i knjigovodstvene zahteve u pogledu razvrstavanja i knjiženja dokumenata na kojima se obrađuju usluge. Usluge boksaže obuhvataju postavljanje plovinih objekata

na mesto pretovara, privez plovnih objekata, davanje usluga turističkim brodovima u pristanu i slične usluge. IDEF0 dijagram procesa pružanja lučkih (pretovarnih) usluga je dat na slici 2.



Slika 2. IDEF0 model procesa pružanja pretovarnih usluga

4. PRIMENA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA U PLANIRANJU I IZVOĐENJU RADNIH PROCESA I ZADATAKA U LUCI NOVI SAD

Ukoliko se obrati pažnja na luku Novi Sad, lučki MIS - menadžment informacioni sistem (*Port MIS – Port Management Information System*) treba da omogući upravljanje podacima o kretanju brodova i robe u i iz luke. Potrebno je realizovati administrativni deo na način da se uvedu elektronski oblici dokumentacije u upotrebi kao i da se obezbedi integrisani proces pružanja usluga korisnicima. Lučki MIS je koncept se zasniva na ideji da sve informacije moraju biti unete samo jednom, od stranke koja je odgovorna za dati deo. To znači npr. da će prvo obaveštenje o najavi broda biti uneto od strane agenta, a ne, kako se često sada je to slučaj, od strane lučke uprave. Lučka uprava odobrava (ili odobrava) zahtev agenta i sva dalja evidentiranja relevantnih podataka o robama (npr. uobičajenih ili opasnih) su nepotrebna, jer se podaci prosleđuju kompanijama. Registracijom dolaska broda od strane sistema (vreme dolaska, količina i vrsta tereta), otvaraju se procesi dalje pripreme svih učesnika u lancu snabdevanja. Struktura potrebnih modula lučkog informacionog sistema luke Novi Sad je data u tabeli 1.

Tabela 1. Moduli lučkog informacionog sistema

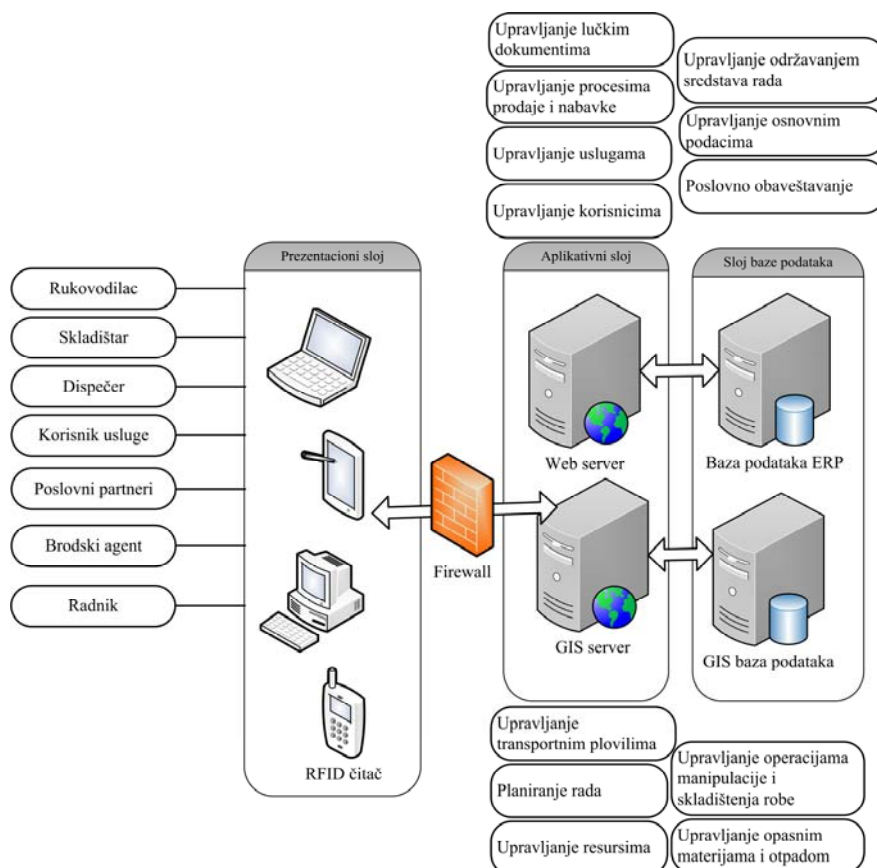
Red.br.	Naziv modula
1	Kreiranje i upravljanje osnovnim podacima
2	Upravljanje transportnim plovilima
3	Upravljanje operacijama manipulacije i skladištenja robe
4	Upravljanje lučkim dokumentima
5	Planiranje rada
6	Upravljanje procesima prodaje i nabavke
7	Upravljanje uslugama
8	Upravljanje resursima
9	Upravljanje održavanjem sredstava rada
10	Upravljanje opasnim materijama i otpadom
11	Upravljanje korisnicima
12	Poslovno obaveštavanje

Pregledom modernih rešenja informacionih tehnologija, dolazi se do zaključka da je za upravljanje lukom potrebno postojanje i poslovnog i geografskog informacionog sistema. Model informacionog sistema je dat na slici 3. Sistem se sastoji od tri sloja:

- Prezantacioni sloj (klijenti) – većina današnjih uređaja poseduje mogućnost prikupljanja prezentacije poslovnih i geoprostornih podataka kao i podataka sa RFID čitača,
- aplikativni sloj (veb i GIS server) – serveri za skladištenje poslovne logike i prosleđivanje zahteva klijenta ka serveru i obrnuto,
- sloj baze podataka-ERP (Enterprise Resource Planning) baza podataka i geo-prostorna baza podataka.

Integrirani informacioni sistem bi trebao da omogući podršku kreiranju sledećih podataka i nosilaca informacija:

- evidencije i preglede zahteva, ponuda i ugovora,
- pregledi dnevnih priliva po komitentima,
- pregledi potraživanja i obaveza,
- nalozi za nabavku i zapisnici o prijemu,
- radni nalozi,
- otpremnice,
- lager liste, izdatnice i prijemnice,
- vagarski listovi i izveštaji o stanju i utrošku goriva,
- šifarnici skladišnih i pretovarnih usluga,
- evidencija pristalih brodova,
- izveštaji o fizičkom i finasijskom obimu posla,
- potvrde o uskladištenju i iskladištenju robe, nalozi za obračun skladišnine,
- knjiga održavanja, kartone sredstava rada, prijave otkaza i defektažne listove,
- nalozi za fakturisanje,
- finansijsko-računovodstveni izveštaji,
- pregledi zauzeća otvorenog i zatvorenog skladišnog prostora i zauzeća portalnih dizalica.



Slika 3. Model informacionog sistema luke Novi Sad

Na slici 4 je prikazan modul za upravljanje dokumentima u luci koji omogućuje evidentiranje zahteva kupaca, ažuriranje lučkog dnevnika (pretovar, utovar i istovar) i izradu naloga za fakturisanje.

The screenshot displays a software window titled 'Logistika - Luka Novi Sad'. At the top, there is a menu bar with options like 'Dokumenti', 'Fakturisanje', 'Sifarnici', 'Pregledi', etc. Below the menu is a toolbar with icons for search, print, and other functions. The main area is divided into two parts: a table and a form. The table lists various shipping records with columns for date, time, company, vessel, and arrival/departure times. The form below the table provides detailed information for a selected record, including fields for 'Uvoznik / Iznosnik', 'Brod sa pogonom', 'Brod ili ime broda', and various time points like 'Dolazak na sidrište' and 'Dolazak u luku'. There are also dropdown menus for 'Agent', 'Mesto rada', and 'Primerba'.

Slika 4. Modul dokumenti

5. ZAKLJUČAK

Detaljnou analizom poslovnih procesa postavljaju se zahtevi za budući informacioni sistem. Kritični resurs je vreme, odnosno brzina kojom se dolazi do informacija. Za upravljanje lukom neophodno je raspolagati kako poslovnim tako i geo-prostornim podacima. Predloženi model informacionog sistema bi trebao omogućiti upravljanje ovim podacima na svim nivoima u organizacionoj strukturi, a takođe i bolju saradnju sa ostalim poslovnim partnerima. Takođe je neophodno uvesti standarde koji se odnose na formate podataka i primenjenu tehnologiju (npr. RFID) kako bi se što bolje ostvarila integracija i razmena podataka ne samo u okviru luke već i između ostalih luka na toku reke Dunav radi povećanja efikasnosti i nivoa kompetitivnosti.

Napomena

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu „Primena informacionih tehnologija u lukama Srbije - od monitoringa mašina do umreženog sistema sa EU okruženjem”, TR 35036, podržanom od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Kia M., Shayan E., Ghotb F. (2000.). The importance of information technology in port terminal operations. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 30, 331-344.
- [2] Jacobson, I., Ericsson, M., Jacobson, A. (1994.). *The Object Advantage: Business Process Reengineering With Object Technology*. Boston: Addison-Wesley Professional.
- [3] Hammer, M., Champy, J. (1993.). *Re-engineering the Corporation; A Manifesto for Business Revolution*. New York: Harper Business.
- [4] Talley, W. K. (2009). *Port economics*. (1st ed.). Abingdon: Routledge.
- [5] Kapoor, G., Zhou, W., Piramuthu, S. (2009). Challenges associated with RFID tag implementations in supply chains. *European Journal of Information Systems*, 18, 526-533.
- [6] Singer, T. (2003). *Understanding RFID. A Practical Guide for Supply Chain Professionals*. Tompkins Associates. URL <http://www.idii.com/wp/TompkinsRFID.pdf>.
- [7] Douglas, B. (2008). *Achieving business success with GIS*. (1st ed.). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- [8] Schilk, G., Seemann, L. (2012.). Use of ITS technologies for multimodal transport operations – River Information Services (RIS) transport logistics services. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, 622-631.
- [9] Choi, H. R., Kim, H. S., Park, B. J., Park, N. K., Lee, S. W. (2010.). An ERP approach for container terminal operating systems. *Maritime Policy & Management: The flagship journal of international shipping and port research*, 30, 197-210.



NAČINI KORIŠĆENJA PROGRAMA ZA TABELARNE KALKULACIJE

WAYS OF USING SPREADSHEET PROGRAMS

LAZAR RAKOVIĆ, MARTON SAKAL, PREDRAG MATKOVIĆ, PERE TUMBAS

Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici, Univerzitet u Novom Sadu, Subotica, rakovicl@ef.uns.ac.rs, marton@ef.uns.ac.rs, pedja_m@ef.uns.ac.rs, ptumbas@ef.uns.ac.rs

Rezime: U radu je dat prikaz dela rezultata istraživanja o načinu korišćenja programa za tabelarne kalkulacije u mikro, malim i srednjim preduzećima, sa naglaskom na frekventnost i svrhu korišćenja elektronskih tabela, odnosno na percepciju njihovog značaja za posao kojim se ispitanici bave.

Cljučne reči: Programi za tabelarne kalkulacije, elektronske tabelle, korisnički razvoj aplikacija

Abstract: The article presents a part of the results of research into ways of using spreadsheet programs in micro, small and medium sized enterprises, with a focus on the frequency and purpose of using spreadsheets, that is, perception of their significance of the respondents' work.

Keywords: Spreadsheet programs, spreadsheets, user developed applications

1. UVOD

Prvobitna primena spregnutih listi se vezuje za računovodstvo i datira iz 1846. godine (spominje se knjizi *Main Principle of Bookkeeping*, autora August DeMorgana-a, (Jelen, 2005), a njihova prva softverska verzija je nastala nepunih 120 godina kasnije, 1961. PC platforma je dobila svoj prvi spreadsheet 1979. godine (Power, 2004), da bi danas spreadsheet-ovi dostigli status nezaobilaznog softverskog alata na praktično svakom računaru. U više od tri decenije dugom razvoju spreadsheet-ova, tokom koje se desila i svojevrsna kompjuterska revolucija otelotvorena u proliferaciji personalnih računara, naročiti značaj, između ostalih, imaju i sledeće godine:

- 1979. godina i pojava programa VisiCalc.
- 1983. godina i pojava programa Lotus 1-2-3.
- 1985. godina i pojava programa Excel.

Početakom 80ih godina dvadesetog veka, posle VisiCalc-a, javljaju se brojni programi za tabelarne kalkulacije, a kao najznačajniji navode se Microsoft Multiplan, Lotus 1-2-3, Microsoft Excel i QuatroPro (Pemberton & Robson, 2000; Power, 2004). Ostali programi za tabelarne kalkulacije su uglavnom bili slični prethodnima i nisu uspeli da se izbore za svoje mesto na tržištu. Jelen (2005) navodi spisak tih programa: Supercalc, As Easy As, SynCalc, EasyPlanner, PFS Plan, The Twin, Javelin i Appleworks.

Programi za tabelarne kalkulacije, tačnije, elektronske tabelle koje korišćenjem programa za tabelarne kalkulacije nastaju, su korisnički razvijene aplikacije (u literaturi se spominju pod akronimima UDA - User Developed Applications i EUC - End User Computing), pri čemu je bitno napomenuti da korisnici-razvijaoци ovih aplikacija/tabela ne raspolažu onim specifičnim znanjima koje poseduju ITC (Govindarajulu, 2003; Hriberšek, Werber, & Zupancic, 2005; Mallikourtis & Papanikolaou, 2010; Burnett & Scaffidi, 2011; Deloitte, 2011). Iako korisnički razvijene aplikacije ITC profesionalci ne smatraju „pravim“ aplikacijama, one često obezbeđuju podršku ključnim poslovnim procesima (Baxter, 2006).

2. POVEZANA ISTRAŽIVANJA

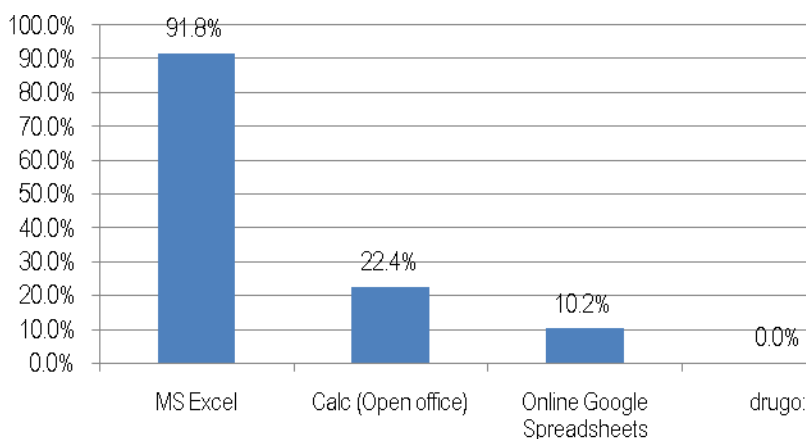
Mogućnosti programa za tabelarne kalkulacije privlače brojne korisnike, uvećavajući tabor svojih korisnika eksponencijalnom brzinom. Na primer, prema podacima kompanije Microsoft, 1996. godine je Excel imao 30.000.000 korisnika (Microsoft, 1996), a samo petnaestak godina kasnije ovaj broj je višestruko uvećan i iznosio je oko 500.000.000 korisnika (što je povećanje od preko 1600%) (Microsoft, 1996, 2010).

U period od 1996. do 1997. godine David Coy, Mort Nelson, John Buchanan i Jim Fisher (1998) su izvršili istraživanje upotrebe programa za tabelarne kalkulacije od strane računovođa i to na teritoriji Australije, Kanade i Novog Zelanda. U Novom Zelandu 75% računovođa je koristilo programe za tabelarne

kalkulacije, dok su ovi procenti u Australiji i Kanadi bili veći (Australija 95%; Kanada 94%). Pemberton i Robson (2000) su 1999. godine izvršili istraživanje o upotrebi programa za tabelarne kalkulacije pomoću upitnika koji su popunjavali studenti koji su istovremeno bili zaposleni na puno radno vreme. Istraživanje je obuhvatilo 227 ispitanika. Frekvencija upotrebe spreadsheet-ova je bila sledeća: 13% ispitanika nikada nije upotrebljava ove programe; 10% ređe od jednom mesečno; 12% jednom/dva puta mesečno; 17% jednom/dva puta nedeljno i 48% ispitanika programe za tabelarne kalkulacije upotrebljava najmanje tri puta nedeljno. U sličnom istraživanju koje je sprovedeno šest godina kasnije, Baker, Foster-Johnson, Lawson i Powell (2006) su još jednom potvrdili sveprisutnost programa za tabelarne kalkulacije u poslovanju i izvršenju analitičkih zadataka. Oni su došli do podatka da samo 1% ispitanih korisnika tvrdi da aplikacije za tabelarne kalkulacije nemaju važnost u njihovom poslovanju, a čak 79% ispitanika smatra da su ovi programi važni ili čak krucijalni za obavljanje njihovih poslovnih aktivnosti. Prema njihovom izveštaju manje od jednom godišnje programe za tabelarne kalkulacije koristi 4% ispitanika; godišnje jednom 2%; kvartalno 10% ispitanika; mesečno 29%, jednom ili dva puta mesečno 38% i svakodnevno 18%. Kompanija Aberdeen je istražavajući upotrebu programa za tabelarne kalkulacije obuhvatila preko 140 organizacija koje je podelila u tri grupe: najbolje, prosečne i lošije organizacije. Istraživanje je pokazalo da čak 96% najboljih, 93% prosečnih i 88% lošijih organizacija u nekoj meri koriste programe za tabelarne kalkulacije u svom poslovanju (Castellina, N., 2011).

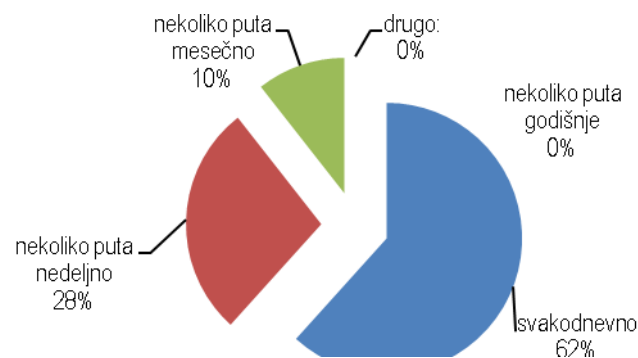
3. ISTRAŽIVANJE

Za potrebe rada izvršeno istraživanje je obuhvatilo 159 ispitanika u mikro, malim i srednjim preduzećima na teritoriji AP Vojvodine. 94.3% anketom obuhvaćenih ispitanika u svom poslovanju koristi neki od programa za tabelarne kalkulacije. Ispitanici koji ne koriste programe za tabelarne kalkulacije nisu nastavili popunjavanje upitnika. Najveći broj ispitanika je spadao u kategoriju starosti od 25 do 35 godina starosti (72%). Među programima za tabelarne kalkulacije apsolutnu dominaciju ima Microsoft Excel: čak 91.8% ispitanika koristi ovaj program (slika 1, ispitanici su imali mogućnost da označe više odgovora). Najveći deo ispitanika smatra da ima solidno iskustvo u korišćenju programa za tabelarne kalkulacije (68%), a tek 17% ispitanika sebe smatra početnikom. 15% ispitanika smatra da poseduje veliko iskustvo u radu sa programima za tabelarne kalkulacije. 55% ispitanika spreadsheet-ove koristi i na poslu i kod kuće, 43% samo na poslu, dok samo 2% ispitanika programe za tabelarne kalkulacije koristi samo kod kuće.

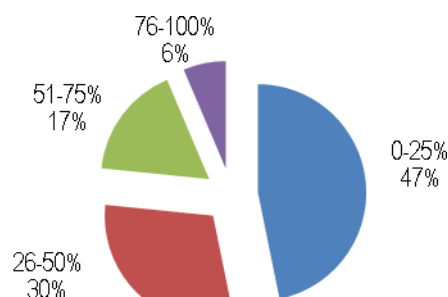


Slika 1: Vrsta programa za tabelarne kalkulacije koju koriste ispitanici

62% ispitanika koji koriste programe za tabelarne kalkulacije to čini svakodnevno, 28% nekoliko puta nedeljno i 10% ispitanika programe za tabelarne kalkulacije koristi nekoliko puta mesečno (slika 2). Za rad sa spreadsheet-ovima 46.8% ispitanika troši najviše jednu četvrtinu svog radnog vremena, 29.8% ispitanika 26-50%, 17% ispitanika od 51-75% radnog vremena, a 6.4% ispitanika upotrebljava programe za tabelarne kalkulacije više od 76% radnog vremena (slika 3).

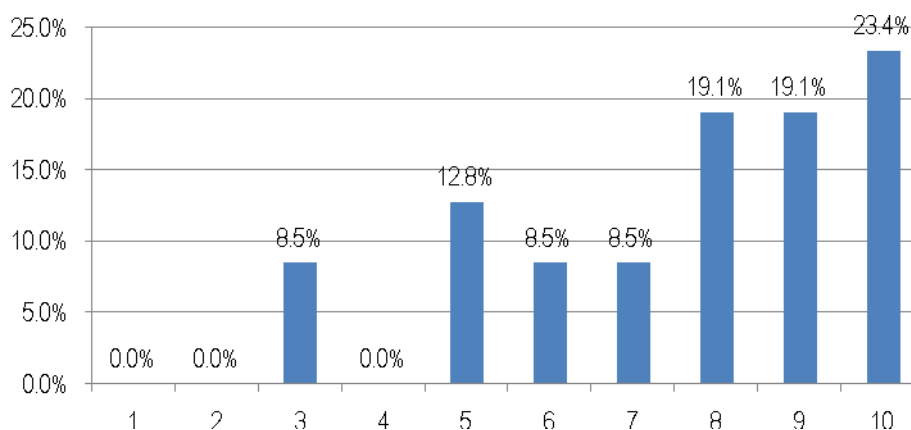


Slika 2: Frekvencija upotrebe programa za tabelarne kalkulacije u poslovanju



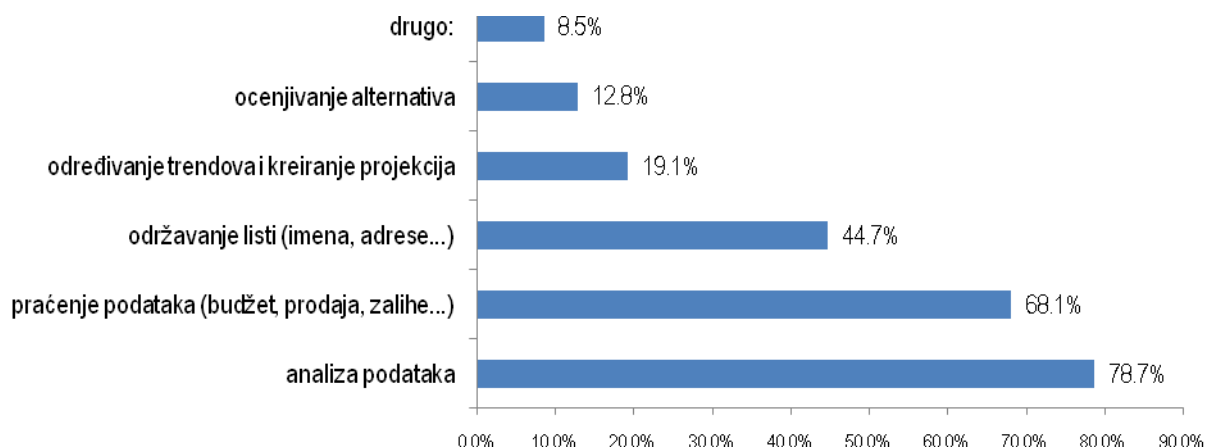
Slika 3: Prosečno vreme (% od ukupnog radnog vremena) koje ispitanici provode radeći sa programima za tabelarne kalkulacije

Na važnost programa za tabelarne kalkulacije, koju su potvrdila i prethodna istraživanja (Baker, Foster-Johnson, Lawson i Powell, 2006), ukazuje i sprovedeno istraživanje. Ispitanici su ocenjivali važnost programa za tabelarne kalkulacije u poslu koji obavljaju ocenama od 1 do 10 (1 – nisu važni, 10 – izuzetno su važni) (slika 4). Čak 61.6% ispitanika smatra da su programi za tabelarne kalkulacije veoma važni u poslu koji obavljaju (ocene 8, 9 i 10).

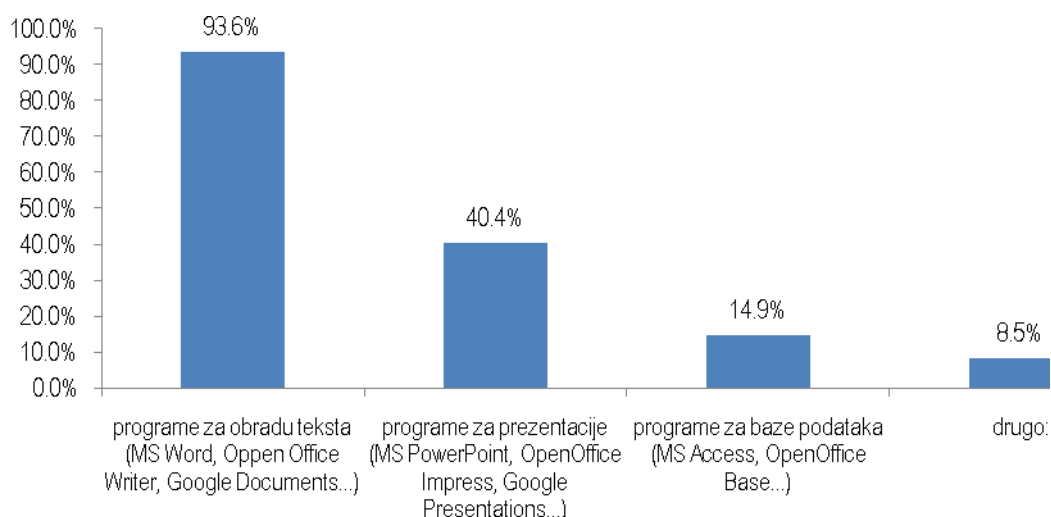


Slika 4: Važnost programa za tabelarne kalkulacije u poslu (1 – nisu važni, 10 – izuzetno su važni)

Programi za tabelarne kalkulacije se u najvećem broju slučajeva upotrebljavaju za analizu podataka (78.7%), zatim, praćenje podataka (68.1%), održavanje listi (44.7%), određivanje trendova i kreiranje projekcija (19.1%) i ocenjivanje alternativa (12.8%) (slika 5). Naravno, pored programa za tabelarne kalkulacije korisnici upotrebljavaju i druge kancelarijske programe, od kojih najviše programe za obradu teksta i programe za izradu prezentacije.



Slika 5: Svrha upotrebe programa za tabelarne kalkulacije



Slika 6: Kancelarijski programi koji se koriste pored programa za tabelarne kalkulacije

4. ZAKLJUČAK

Neosporno, programi za tabelarne kalkulacije predstavljaju važan alat koji se koristi u svakodnevnom poslovanju većine organizacija. Ovi programi igraju ključnu ulogu u razvoju aplikacija od strane krajnjih korisnika. Kako krajnji korisnici često nisu dovoljno obučeni za izgradnju ovih aplikacija, potrebno je obratiti veću pažnju na upotrebu programa za tabelarne kalkulacije u poslovanju. Ne treba zaboraviti da se podaci koji se dobijaju iz ovih programa često koriste za donošenje važnih poslovnih odluka organizacije.

LITERATURA

- [1] Baxter, R. (2006, Јануар). The Role of Spreadsheets in Today's Corporate Climate. Преузето Фебруар 15, 2012 са The Institute of Internal Auditors: <http://www.theiia.org/intAuditor/itaudit/archives/2006/january/the-role-of-spreadsheets-in-todays-corporate-climate/>
- [2] Baker, K. R., Foster-Johnson, L., Lawson, B., & Powell, S. G. (2006). A Survey of MBA Spreadsheet Users. Преузето Фебруар 15, 2012 са Tuck School of Business at Dartmouth: http://mba.tuck.dartmouth.edu/spreadsheet/product_pubs_files/SurveyPaper.doc
- [3] Burnett, M. M., & Scaffidi, C. (2011). End-User Development. In M. Soegaard, & R. F. Dam, Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Aarhus: The Interaction-Design.org Foundation.

- [4] Castellina, N. (2011, Фeбpыap 10). Spreadsheets Should Not Be the Only Tool Used in Financial Planning, Budgeting, and Forecasting. Пpеyзeтo Фeбpыap 15, 2012 ca A blog from the Aberdeen Group: <http://blogs.aberdeen.com/financial-management-grc/spreadsheets-should-not-be-the-only-tool-used-in-financial-planning-budgeting-and-forecasting/>
- [5] Coy, D., Nelson, M., Buchanan, J., & Fisher, J. (1998). Spreadsheet Use by Accountants: Australia, Canada & New Zealand Compared. 10th Asia-Pacific Conference on International Accounting. Maui.
- [6] Govindarajulu, C. (2003). End users: who are they? *Communications of the ACM* , 46 (9), 152-159.
- [7] Deloitte. (2011). End User Computing Soliving the problem. New York: Deloitte.
- [8] Govindarajulu, C. (2003). End users: who are they? *Communications of the ACM* , 46 (9), 152-159.
- [9] Hriberšek, J., Werber, B., & Zupancic, J. (2005). End-User Computing in Banking Industry. In O. Vasilecas, *Information Systems Development: Advances in Theory, Practice, and Education* (pp. 453-462). Dordrecht: Springer.
- [10] Jelen, B. (2005). *The Spreadsheet at 25: 25 Amazing Excel Examples that Evolved from the Invention that Changed the World*. Uniontown: Holy Macro! Books.
- [11] Mallikourtis, G., & Papanikolaou, E. P. (2010). End User Computing (EUC) Risk: From Assessment to Audit. The Athens International Forum on Security (AIFS) 2010. Athens: HELLENIC AMERICAN UNION.
- [12] Microsoft. (1996, Maj 20). More Than 30 Million Users Make Microsoft Excel The World's Most Popular Spreadsheet Program. Retrieved Februar 7, 2012 from Microsoft: <http://www.microsoft.com/presspass/press/1996/may96/30millpr.msp>
- [13] Microsoft. (2010, Jul 9). Turn 500 million Excel users to your deployment opportunity: Parallelism with HPC Services for Excel. Retrieved Februar 7, 2012 from Microsoft: <http://www.microsoft.com/en-us/showcase/details.aspx?uuid=8750ad1d-b854-4b73-aa95-6946fc6a9f9a>
- [14] Power, D. J. (2004, Avgust 30). A Brief History of Spreadsheets. Retrieved Februar 24, 2012, from DSSResources.COM: <http://dssresources.com/history/sshistory.html>
- [15] Pemberton, J. D., & Robson, A. J. (2000). Spreadsheets in business. *Industrial Management & Data Systems* , 100 (8), 379 - 388.



TESTIRANJE INFORMACIONIH ZAHTEVA – ARGUMENTI I TEHNIKE

INFORMATION REQUIREMENTS TESTING – ARGUMENTS AND TECHNIQUES

VUK VUKOVIĆ¹, JOVICA ĐURKOVIĆ², JELICA TRNINIĆ³

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici, Subotica, vuk@ef.uns.ac.rs

² Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici, Subotica, djovica@ef.uns.ac.rs

³ Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici, Subotica, trninicj@ef.uns.ac.rs

Rezime: U participativnom pristupu, razvoj poslovnog softvera se temelji na aktivnostima identifikacije, analize i definisanja informacionih zahteva korisnika. Softverske greške u procesu njegovog razvoja neretko nastaju zbog neadekvatnih, dvosmislenih i nekompletnih informacionih zahteva. Poznato je da je otklanjanje softverskih grešaka otežano i skupo u toku njegove eksploatacije i održavanja. U cilju ostvarenja poželjnog kvaliteta informacionih zahteva a istovremeno smanjenja troškova otklanjanja softverskih grešaka, neophodno je u procesu razvoja softvera uspostaviti čvrstu vezu između inženjeringa informacionih zahteva i testiranja. U radu su pored relevantnih razloga za inkorporiranje aktivnosti testiranja informacionih zahteva u proces testiranja softverskog proizvoda predstavljene i tehnike testiranja koje su podesne za testiranje informacionih zahteva.

Ključne reči: Testiranje softvera, Informacioni zahtevi, Testiranje informacionih zahteva.

Abstract: In the participatory approach, business software development is based on the activities of identifying, analyzing and defining the information requirements of users. Software defects in the software development process often are caused by inadequate, ambiguous and incomplete information requirements. It's well known that the removal of software defects is difficult and expensive during its exploitation and maintenance. In order to achieve a desired quality of information requirements and at the same time reduce costs of repairing software defects, it is necessary to establish a firm link between the information requirements engineering and testing. In this paper, in addition to relevant reasons for incorporating testing activities of information requirements in the software testing process, are also presented testing techniques that are suitable for information requirements testing.

Keywords: Software testing, Information requirements, Information requirements testing.

1. UVOD

Studija Standish Group (BenderRBT, 2009, s. 3) ukazuje da američke kompanije investiraju oko 300 milijardi dolara godišnje na razvoj i održavanje softvera. Od toga, 84 milijarde dolara pripada projektima koji se ne završe. U drugu kategoriju spadaju softverski projekti koji participiraju sa 192 milijarde dolara koji zbog „probijanja“ vremenskih i budžetskih okvira ulaze u domen neisplativih softverskih projekata. Prema ovoj i još nekim drugim studijama identifikovana su tri osnovna razloga za neuspeh softverskih projekata:

- Zahtevi korisnika softvera i njihova specifikacija su nekompletni;
- Zahtevi korisnika softvera i njihova specifikacija se menjaju često i
- Nedostatak inputa od strane korisnika.

U odnosu na prethodno navedene razloge predlaže se sledeće (BenderRBT, 2009, s. 3):

- Testiranje softvera je neophodno započeti u prvj fazi razvoja softvera gde su troškovi korekcije grešaka najniži;
- Testiranje softvera se započinje u fazi identifikacije informacionih zahteva, gde prema Martin-u (1984), najveći deo, čak i do 56% grešaka u softveru ima svoje izvoriste;
- Unaprediti kvalitet informacionih zahteva – neadekvatni zahtevi su najčešće razlog neuspešnih projekata.

Kako bi slikovitije bilo objašnjeno kakve mogu biti posledice usled ignorisanja značaja informacionih zahteva u procesu razvoja softvera, sledi objašnjenje pravila igre koja je većini dobro poznata iz detinjstva,

„gluvi telefoni“. U ovoj jednostavnoj igri učesnici formiraju krug u kojem lider igre igraču do sebe šapuće određenu poruku. Igrač koji je primio poruku, istu prenosi osobi do sebe itd., sve dok poruka ne obiđe sve učesnike igre. Poslednji igrač u krugu tada glasno izgovara poruku koju je čuo, a lider je proverava sa početnom porukom. Najčešće se igra završava smehom, jer početna poruka na kraju ima potpuno drugačiji smisao. Sada je potrebno umesto dece u krug komunikacije uvesti poslodavca koji želi da nabavi softverski proizvod, direktora razvojnog tima softverskog proizvoda, projekt menadžera i nekolicinu senior programera. Postavlja se pitanje da li budućnost softverskog proizvoda treba bazirati na principima opisane igre? Odgovor je naravno negativan, međutim, problem je što mnoge kompanije i danas funkcionišu po opisanom principu. (Everett & McLeod, 2007)

2. VEZA IZMEĐU INFORMACIONIH ZAHTEVA I TESTIRANJA

Informacioni zahtev se definiše kao „uslov koji sistem mora da zadovolji“ (Zielczynski, 2007, s. 3). Testovi se posmatrano iz ugla navedene definicije, jedino mogu dizajnirati i verifikovati iz specificiranih informacionih zahteva. Ukoliko se izuzme metod eksplorativnog testiranja softvera, informacioni zahtevi predstavljaju uslov, odnosno polaznu osnovu za ostale metode testiranja. Uspostavljanje čvršće veze između testiranja softvera i inženjeringa informacionih zahteva može doneti korist kako softver testerima tako i sistem analitičarima, ali se ipak iz neopravdanih razloga izostavlja. Postoji nekoliko nesporazuma koji su prema Graham (2002) uzrok nedovoljne povezanosti inženjeringa informacionih zahteva i testiranja. U nastavku su navedeni i obrazloženi.

Informacioni zahtevi na početku, testiranje na kraju. Jedna od većih grešaka kada je reč o inženjeringu informacionih zahteva i testiranju jeste da na početku projekta ne treba voditi računa o testiranju, već je neophodno se skoncentrisati na informacione zahteve. Ovakav stav može dovesti do nepovoljnog završetka softverskog projekta. Naravno da je prikupljanje kvalitetnih informacionih zahteva važno, ali se kvalitet zahteva može podići na viši nivo uključivanjem softver testera u fazi analize informacionih zahteva. Softver tester treba da uvedu komponentu testabilnosti definisanih informacionih zahteva, kako bi funkcionalnosti softverskog proizvoda bilo moguće adekvatno testirati kada za to dođe vreme. Aktivnosti dizajna testova bi trebalo izvoditi što je pre moguće, odnosno čim se pojavi nešto na osnovu čega je moguće dizajnirati testove.

Testiranje nije moguće dok se ne razvije aplikacija. Iz tog razloga se vrlo često u praksi može čuti stav da nije moguće započeti testiranje zato što ništa od specificiranih informacionih zahteva nije pretočeno u programski kod. Ili, nemoguće je testirati papir. Međutim, papir je moguće testirati. Naime, neophodno je testirati dokumente informacionih zahteva u odnosu na ciljeve poslovanja ili projekta iz aspekta njihove potpunosti i tačnosti. U sledećem delu rada dat je pregled tehnika kojima je moguće izvršiti testiranje informacionih zahteva. Izostanak testiranja informacionih zahteva koji su u papirnoj formi povećava verovatnoću nastajanja grešaka u sistemu prilikom njegovog razvoja.

Informacioni zahtevi se koriste u testiranju, ali testiranje ne u informacionim zahtevima. Informacioni zahtevi se ne testiraju, već se vrši testiranje na osnovu informacionih zahteva. Mentalni sklop softver testera se razlikuje od mentalnog sklopa razvojnog inženjera. Vrlo često su informacioni zahtevi neodređeni, nejasni i dvosmisleni. Međutim, kada takvi informacioni zahtevi prođu kroz ruke dobrog softver testera koji po prirodi posla destruktivno posmatraju artefakte koje testiraju, neminovno dolazi do eliminacije neodređenosti i dvosmislenosti u informacionim zahtevima.

Ukoliko je pisanje testova teško, to je isključivo problem sektora za testiranje. Nisu svi informacioni zahtevi kreirani tako da su budu odgovarajući za softver testere. Specificiranje testova na osnovu nekih informacionih zahteva je jednostavno. Međutim, postoje informacioni zahtevi na osnovu kojih je vrlo teško identifikovati šta sistem treba da radi. Na osnovu takvih informacionih zahteva vrlo je teško identifikovati testove koji bi verifikovali iste. Takođe, vrlo je teško na adekvatan način iz aspekta testiranja specificirati nefunkcionalne informacione zahteve koji se odnose na upotrebljivost i performantnost aplikacije.

Male promene u informacionim zahtevima neće bitno uticati na softverski projekat. Međutim, dodavanje samo nekoliko karaktera u tekstualnom polju forme za unos podataka korisnika može imati neočekivane posledice ukoliko se nakon toga ne izvrši adekvatno testiranje pod objašnjenjem da je to minorna promena u informacionim zahtevima i da aplikaciju zbog nje nije potrebno ponovo testirati. Ova minorna promena može imati različite efekte zbog čega je neophodno izvršiti regresivno testiranje kako bi bilo osigurano da aplikacija funkcioniše ispravno u svakoj situaciji koja je u dodirnoj tački sa izvršenom promenom.

Softver testerima nisu potrebni informacioni zahtevi. Posao softver testera jeste da donese odluku da li sistem funkcioniše na način na koji bi trebalo da funkcioniše, odnosno da uporedi stvarno stanje sa očekivanim stanjem sistema. Sistem bi trebao da podrži poslovni proces u njegovom cilju pa je iz tog razloga ono što sistem radi neophodno uporediti sa ciljem poslovnog procesa. Da li je bez informacionih zahteva moguće znati očekivane izlaze, odnosno rezultate poslovnog procesa. Odgovor je negativan. Specifikacija

informacionih zahteva predstavlja najbolju osnovu za testiranje sistema. Naravno, informacioni zahtevi nisu uvek dostupni, pa je zbog toga u određenim situacijama neminovno koristiti se metodima testiranja koji ne zahtevaju eksplicitno i formalno definisane informacione zahteve.

Softver tester ne mogu izvršiti testiranje bez informacionih zahteva. Ovo, pored prethodno navedenih, predstavlja takođe jedan od brojnih nesporazuma kada je testiranje softvera u pitanju. Naravno da je najcelishodnije izvršiti testiranje na osnovu specifikovanih informacionih zahteva. Međutim, postoje realne situacije kada to jednostavno nije moguće, kada informacioni zahtevi nisu specifikovani, ili pak nisu adekvatni i konzistentni. Ali i bez specifikovanih informacionih zahteva softver tester ne mogu pronaći „izvore“ koji im mogu biti osnova za testiranje sistema. Oni predstavljaju korisnike koji su poznati sa načinom rada starog sistema, korisničkih uputstava itd. (Graham, 2002)

Svi prethodno objašnjeni nesporazumi idu u prilog činjenici da veza između informacionih zahteva i testiranja mora u najmanju ruku biti uspostavljena ili ojačana u razvojnom procesu softvera. Odlično urađen inženjering informacionih zahteva za rezultat ima kvalitetnije testove, kao i da odlična test analiza informacionih zahteva proizvodi bolje informacione zahteve.

3. TEHNIKE ZA TESTIRANJE INFORMACIONIH ZAHTEVA

Tehnike statičnog testiranja kao što su desk provere, inspekcije, prezentacije i ispitivanje dvosmislenosti koje se koriste za nalaženje grešaka u bilo kojoj fazi razvoja softvera, vrlo efikasno se mogu iskoristiti za testiranje informacionih zahteva. Osnovni cilj jeste eliminacija grešaka u softverskom proizvodu sa što je moguće nižom cenom u što ranijoj fazi razvoja softverskog proizvoda. Ovim tehnikama se prema Myers (2004, s. 23) može otkriti između 30% i 70% grešaka u nekim tipičnim programima. Međutim, ove tehnike nisu u mogućnosti da otkriju neke sofisticirane greške napravljene u procesu analize informacionih zahteva. Isto tako, ove tehnike su efikasne u otkrivanju „lakših“ grešaka, dok se otkrivanje „težih“ grešaka prepušta nekim drugim tehnikama koje koriste softversku podršku.

Desk provere

Desk provere predstavljaju najjednostavniju tehniku, jer zahtevaju prisustvo isključivo autora dokumenta. Ovde je neophodno da autor, nakon što je dokument kreiran, izvrši pravopisne, gramatičke, sintaksne korekcije grešaka kako bi dokument bio što ispravniji i pregledniji. Tada autor polako vrši reviziju dokumenta tražeći nekonzistentne i nekompletne podatke i vrši korekcije.

Inspekcije

Inspekcije predstavljaju formalniju i vremenski zahtevniju tehniku od prethodne. Suština ove tehnike se ogleda u postojanju nezavisnog revizora dokumenta, obično iskusnijeg člana tima, čiji je zadatak da pročita pažljivo dokument i otkrije eventualne probleme. Ukoliko je dokument prošao desk proveru od strane autora, tada će revizor imati lakši posao, jer neće gubiti vreme na ispravljanje kozmetičkih grešaka. Revizor treba da samostalno izvrši pregled kako ne bi bilo pritiska od strane autora i da pronađene greške dokumentuje i prezentuje autoru.

Prezentacije (Formal review)

Prezentacija predstavlja jednostavnu tehniku za učenje i realizaciju testiranja u kojoj postoje sledeće uloge:

- moderator,
- autor,
- inspektori
- zapisničar i
- korisnici softverskog proizvoda (opciono).

Moderator predstavlja ključnu ulogu jer bira članove tima, vodi sastanak i kreira izveštaj o rezultatima sastanka. Autor treba da obezbedi odgovore na pitanja inspektora i da izvrši korekcije identifikovanih grešaka. Inspektor treba da ispita dokument što podrazumeva detekciju grešaka u dokumentu. Broj inspektora zavisi od veličine problema koji se analizira i poželjno je da budu iz različitih oblasti ekspertize koje su relevantne za problem. Znanje i iskustvo inspektora omogućavaju da mnogi propusti izađu na površinu.

Prezentacije predstavljaju najformalniju i vremenski najzahtevniju tehniku, ali istovremeno najefektniju tehniku za identifikaciju problema u dokumentima. Prethodno provereni dokument, autor šalje učesnicima sastanka pre termina sastanka, kako bi mogli adekvatno da se pripreme. Učesnici čitaju dokument i

pripremaju pitanja. Na sastanku, autor prezentuje dokument. Uloga moderatora se može oslikati kao spona između autora i ostalih učesnika, gde je njegov osnovni cilj da obezbedi objektivnu atmosferu. Takođe, njegov zadatak je da filtrira šta će zapisničar zabeležiti od sugestija od strane ostalih učesnika i odgovora autora kako bi kasnije neko na višoj instanci (npr. projekt menadžer) doneo odluku o tome šta će od svega biti uvaženo. (Everett & McLeod, 2007)

Ispitivanje dvosmislenosti informacionih zahteva

Ispitivanje dvosmislenosti se koristi u početnoj fazi informacionih zahteva u razvojnom procesu softvera kako bi eventualne dvosmislenosti u funkcionalnim informacionim zahtevima bile identifikovane. Osnovni cilj ove tehnike jeste da u informacionim zahtevima otkrije nejasnoću, dvosmislenost, odnosno nekompletnost. Eliminacija navedenih propust u informacionim zahtevima direktno utiče na povećanje kvaliteta informacionih zahteva.

Ispitivanje dvosmislenosti informacionih zahteva se izvodi pre predaje informacionih zahteva na validaciju od strane domen eksperata. Ovom tehnikom potrebno je informacione zahteve učiniti testabilnim što podrazumeva da je informacioni zahtev napisan na način da je njegov svaki iskaz određen. Pod određenim se podrazumeva da za izabrani polazni uslov i set inputa čitalac može tačno odrediti kakvi će biti autputi. Svaki iskaz u informacionim zahtevima se može koristiti u dokazivanju ili opovrgavanju ispravnosti funkcionalnosti softvera. Eliminacija dvosmislenosti u informacionim zahtevima predstavlja prvi korak u obezbeđivanju testabilnih informacionih zahteva. Nakon što se izvrši sveobuhvatno ispitivanje dvosmislenosti informacionih zahteva, isti se predaju na validaciju od strane domen eksperata kako bi se osiguralo da su ispravni i kompletni. (Mogyorodi, 2002)

4. ZAKLJUČAK

Tehnike statičnog testiranja prikazane u radu sastavni su deo palete metoda, vrsta i tehnika testiranja većine test timova u softverskim kompanijama u AP Vojvodini (Vuković, 2013). Imajući na umu ovu činjenicu, kapacitet za testiranje informacionih zahteva u softverskim organizacijama je prisutan, ali je neophodno još u proces testiranja kao neizostavnu aktivnost inkorporirati testiranje informacionih zahteva. Neposredna korist za softverske kompanije od testiranja informacionih zahteva manifestuje se mitigacijom jednog od ključnih rizika po uspeh softverskih projekata, identifikacijom i otklanjanjem softverskih grešaka u početnoj fazi razvojnog procesa.

LITERATURA

- [1] BenderRBT. (2009). Requirements Based Testing Process Overview. New York: Queensbury.
- [2] Martin, J. (1984). An Information Systems Manifesto. New Jersey: Prentice-Hall.
- [3] Everett, G. D., & McLeod, R. (2007). Software Testing: Testing Across the Entire Software Development Life Cycle. New Jersey: John Wiley & Sons.
- [4] Zielczynski, P. (2007). Requirements Management Using IBM Rational RequisitePro. Indiana: IBM Press.
- [5] Graham, D. (2002). Requirements and Testing: Seven Missing-Link Myths. IEEE Software (Septembar/October), 15-17.
- [6] Myers, G. (2004). The Art of Software Testing (2nd ed.). (T. Badgett, T. Thomas, & C. Sandler, Eds.) New Jersey: John Wiley & Sons.
- [7] Mogyorodi, G. E. (2002). Requirements-Based Testing - Ambiguity Reviews. The Journal of Software Testing Professionals (December).
- [8] Vuković, V. (2013). Rezultati empirijskog istraživanja o procesu testiranja u organizacijama u AP Vojvodini. Neobjavljen rad, Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici, Subotica.



SOFTVERSKE METRIKE U MERENJU R SOFTVERSKIH REŠENJA

SOFTWARE METRICS IN MEASURING R SOFTWARE SOLUTIONS

MR TATJANA DAVIDOV

DBA, Dom učenika srednjih škola Subotica, tanja.davidov1@gmail.com

Rezime: Softverske metrike predstavljaju metodološke tehnike za procenu parametara kvaliteta procesa razvoja i razvijenih softverskih rešenja. Metrikama se mere kvantitativni, kvalitativni i metodološki činioci, ocenjuju se performanse i mogućnosti, fleksibilnost i efikasnost razvijenih softverskih rešenja ili njegovih delova, komponenti, koje automatizuju i ubrzavaju razvoj softvera. Metrike R (Reusability assets) softvera i Cost/Benefit analiza, dokazuju kako razvoj softvera i kvalitet njegovih gotovih rešenja opravdava upotrebu R komponenti, kao i njihovih generativnih osobina klasa i metoda. Rezultati merljivih veličina, utiču na ocenu i odluku da li neki softverski proizvod ima osobine perspektivnog, kvalitetnog i profitabilnog rešenja sa svim parametrima dobrog softvera.

Gljučne reči: Softverske metrike, Reusability assets (R) komponente, Cilj-pitanje-metrika GQM, Model opravdanosti troškova, Cost/Benefit analiza, standardizacija softver kvaliteta, R metrike, R objekti.

Abstract: Software metrics are methodological techniques for parameter estimation of the quality of the development process and developed software solutions. Metrics to measure quantitative and qualitative methodological factors, assesses the performance and capabilities, flexibility and efficiency of the developed software solutions, their parts and components, that automate and accelerate software development. Metrics R (Reusability assets) software and cost /benefit analysis, proving that software development and the quality of it's finished solution justifies the use of R components, and their generative properties of classes and methods. Results of measurable size, influence the assessment and the decision of whether a software product has promising features, quality and profitable solutions with the parameters of good software.

Keywords: Software Metrics, Reusability assets (R) components, Goal-question-metric GQM, Model Feasibility Cost, Cost/Benefit Analysis, standardization of software quality, R Metrics, Objects.

1. UVOD

Snažnije performanse i hardverske mogućnosti, sve šira informatička pismenost korisnika softverskih sistema, proizvode sve složenije i ozbiljnije informacione zahteve. S obzirom da su softverski sistemi, i mogućnosti alata kojima se isti razvijaju vrlo složeni, kompleksni i razučeni, značajna je odluka izbora softvera koji je kvalitetan, efikasan, fleksibilan, a istovremeno i ekonomski opravdan. Mnogo je parametara koje treba izmeriti uzimajući u obzir da softverski sistem zadovoljava raznovrsne i mnogobrojne informacione zahteve krajnjih korisnika, uz odličnu ocenu efikasnosti postupaka i koraka razvoja istog.

Merenje parametara softverskog sistema, tokom procesa njegovog razvoja i eksploatacije, kao u bilo kojoj drugoj egzaktnoj disciplini moraju se bazirati na naučnoj teoriji koja se dokazuje jasnim kvantitativnim i kvalitativnim metodama. Premda nema univerzalno prihvaćene teorije merenja, prilikom izbora prave, najpre treba poći od sledećih pitanja:

- šta je merljivo, a šta nije?
- koji tipovi atributa mogu ili ne mogu biti mereni i na kojoj skali merenja?
- kako se zna da su atributi realno merljivi?
- kako odrediti skalu merenja?
- koji je prag greške prihvatljiv?
- koji su izveštaji o merenju značajni?

2. SOFTVERSKE METRIKE U PKS KONCEPTU

Merenje softverskih vrednosti ima, kako teoretskog, tako i praktičnog smisla, te postupke merenja možemo definisati:

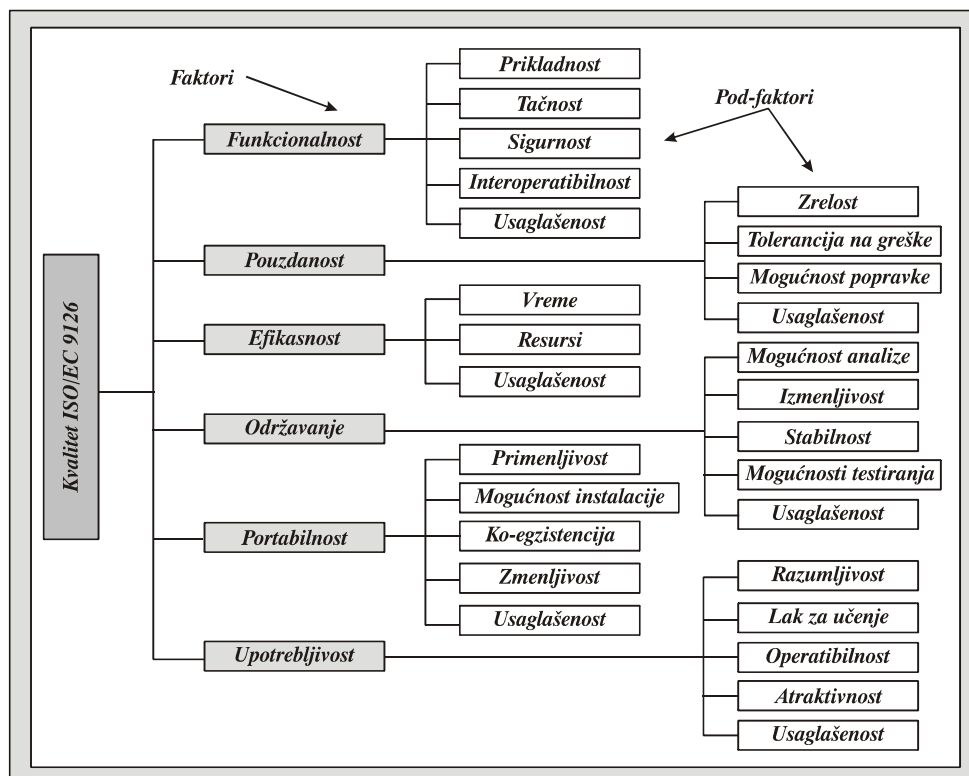
Definicija 2.1: „Merenje je proces u kome se brojevi ili simboli pridružuju atributima entiteta u realnom svetu, na taj način da ih opišu prema jasno definisanim pravilima”¹.

Efektivno merenje softvera uvek mora biti definisano od vrha ka dnu (top-down style), pri čemu merenje:

- fokusiramo na specifične ciljeve,
- primenjujemo ga u svim fazama životnog ciklusa proizvoda, procesa i resursa,
- interpretira se na bazi razumevanja organizacionog konteksta softverskog rešenja, okruženja u komese rešenje razvija i održava, kao i ciljeva softverskih projekata.

Tipove i elemente merenja, softverskih projekata, definišu dve vrste pristupa:

- *direktno merenje* – gde merenje jednog atributa ne zavisi od merenja bilo kog drugog atributa. Ovakvim tipom merenja procenjuje se: cena, vreme, broj linija izvornog kôda, kompleksnost, broj grešaka i brzina izvršenja aplikacije.
- *indirektno merenje* - obuhvata merenje jednog ili više atributa istovremeno. Time se procenjuje: kvalitet, efikasnost, pouzdanost, produktivnost i pogodnost održavanja softverskih rešenja.



Slika 1: ISO 9126 model kvaliteta softvera²

Obezbediti kvalitet softvera (*Software Quality Assurance SQA*) i dostići njegove granice, zahteva merenje velikog broja parametara. Vrlo je važan i kompleksan zadatak precizirati metriku merenja, osobine dobrog kvaliteta, svih procesa tokom razvoja, prpratne projektne dokumentacije, precizirati parametre merenja i obezbediti testiranje razvijenih softverskih rešenja. Izlazni rezultati softver kvaliteta definisani su standardizacijom softverskih sistema. Neki od standarda iz oblasti međunarodno definisanih (International Organization for Standardization – ISO) su: ISO 9000³ (za informacione tehnologije) ili JUS/ISO 12207⁴ (proces životnog ciklusa softvera) zatim (International Electrotechnical Commission – IEC⁵), *ISO/IEC 9126*, međunarodni standard u oceni kvaliteta softvera, podeljen je u četiri dela [*ISO-9126*]⁶ kojima se proučava i definiše:

I. *ISO/IEC 9126-1* model kvaliteta (engl. *quality model*);

¹ “Softverske tehnike”, www.etfbl.net/dokument.php/2763/1/predavanja%20se.doc, preuzeto 26.07.2009.

² dr Miladin Stefanović, predmet: “SISTEMSKI PRISTUP RAZVOJU SOFTVERA – aspekt obezbeđenja kvaliteta softvera” http://www.mfkg.kg.ac.rs/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=602&Itemid=269, preuzeto 05.06.2010.

³ Standard kojim se obezbeđuje radni okvir za efikasno implementiranje upravljanje kvalitetom sistema), <http://www.fenixheat.com/faq/faq11.html#one>, preuzeto 07.06.2010.

⁴ Standard softverskog inženjerstva, procesi životnog ciklusa softvera, http://www.standardi.yubc.net/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid=27, preuzeto 07.06.2010.

⁵ Standard znanja iz oblasti „Elektrotehnologija“, <http://www.iec.ch/>, preuzeto 07.06.2010.

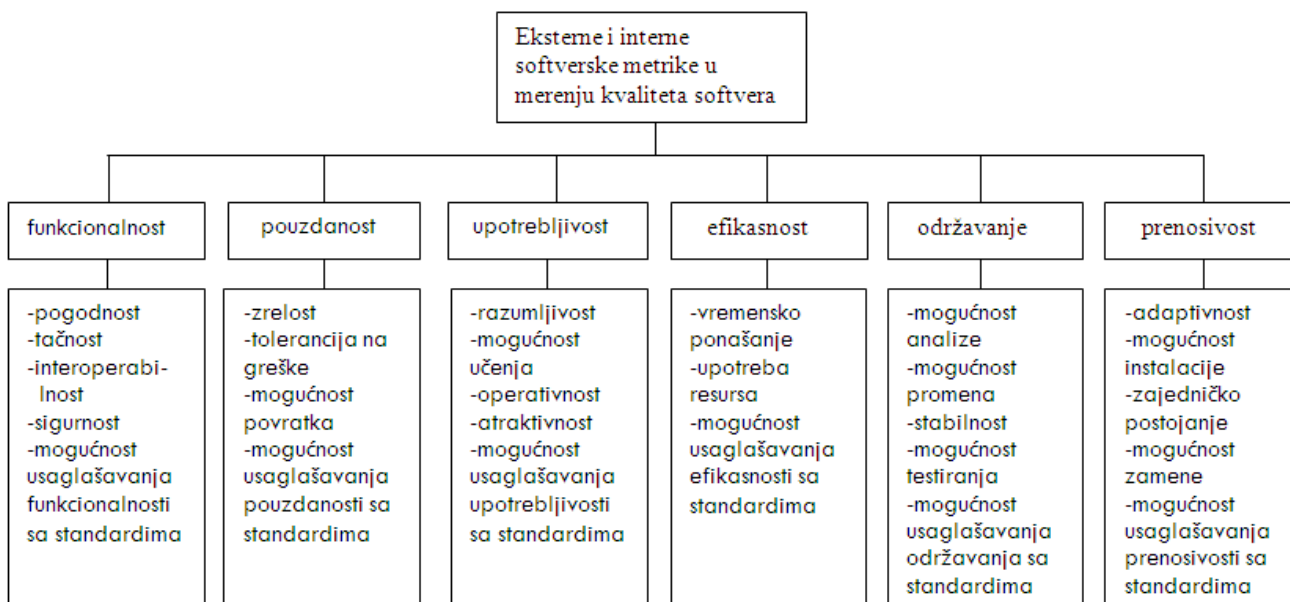
⁶ Međunarodni standard vrednovanja softver kvaliteta, http://it.toolbox.com/wiki/index.php/ISO_9126, preuzeto 01.06.2010

- II. ISO/IEC 9126-2 eksterne softverske metrike (engl. *external metrics*) kojima se **mere performanse softverskog sistema**,
- III. ISO/IEC 9126-3 interne softverske metrike (engl. *internal metrics*) kojima se **meri softverski proizvod** u toku faze projektovanja i pisanja samog programskog kôda,
- IV. ISO/IEC 9126-4 kvalitet u softverskim metrikama (engl. *quality in use metrics*). Kvalitet u korišćenju metrika otkriva da li softverski proizvod zadovoljava specificirane potrebe korisnika i da li predložena metrika usmerava ka ostvarenju zadatih zahteva ili ciljeva (efektivnost, produktivnost, bezbednost, do konačnog ispunjenju informacionih zahteva korisnika).

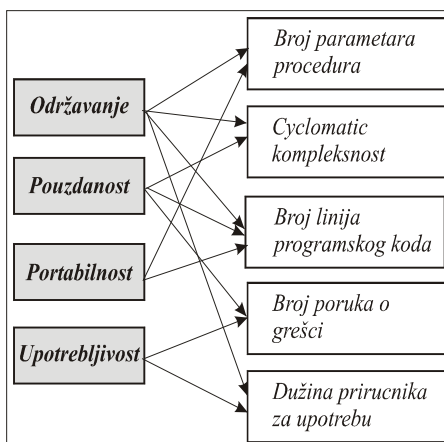
Standard ISO/IEC 9126-1 standardizuje šest najvažnijih atributa, kvaliteta softverskog sistema:

- funkcionalnost (engl. *functionality*)
- pouzdanost (engl. *reliability*)
- upotrebljivost (engl. *usability*)
- efikasnost (engl. *efficiency*)
- održavanje (engl. *maintainability*)
- prenosivost (engl. *portability*)

Svaki atribut poseduje skup elemenata koji se mogu izmeriti korišćenjem internih ili eksternih softverskih metrika. Karakteristike ovih atributa su primenljive na svim softverskim proizvodima, i definišu konciznu i konzistentnu terminologiju zahtevanog kvaliteta softverskog proizvoda:



Slika 2: Model kvaliteta softvera (ISO9126_1)⁷



Slika 3: Veza između internih i eksternih karakteristika⁸

⁷ Po ugledu na sliku iz rada: „Komparativna analiza” EJB 2.1 i EJB 3.0 tehnologija, http://silab.fon.rs/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=245&&Itemid=56, preuzeto 03.06.2010.

Chidamber i Kemerer su 1994. Godine predložili šest metrika objektno orijentisanog (OO) dizajna (OOD), koje se odnose na procenu projektovanja OO sistema, a ne na njegovu specifičnu implementaciju. Ova metodologija opisuje svet kao bezbroj *substancionalnih individuala*⁹, pri čemu svaka poseduje konačan skup *svojstava*, od kojih se konstituišu objekti. OO metrikama meri se kvalitet objektnog projektovanja, veza i zavisnosti između objekata, i drugi elementi objektnog razvoja softvera:

Metod- operacija nad objektom. Metrika kojom se meri ovaj elemenat: **složenost ponderisanih metoda** (engl. *Weighted Methods Complexity – WMC*), definiše broj metoda implementiranih unutar klase.

Poruka - zahtev da objekat napravi još jedan objekat. Metrika se zasniva na metodama i porukama: **broj odgovora klase** (engl. *Response For Class – RFC*) daje skup mogućih funkcija i metoda koje objekat klase može da pozove kao odgovor na poruku.

Koherentnost- stepen do koga metode unutar klase komuniciraju između sebe. Metrika meri: **nedostatak povezanosti** (koherentnosti) metoda u klasi (engl. *Lack Of Cohesive Methods – LCOM*).

Sprega - merenje snage udruživanja između entiteta. OO projektovanje održava ravnotežu sprege objekata i nasleđivanja. Metrika kojom se meri: **sprega objekata** (engl. *Coupling Between Object – CBO*) gde jedan objekat koristi osobine i metode drugog objekta.

Nasleđivanje- odnosa između klasa, pri čemu se ponavlja korišćenje prethodno definisanih objekata uključujući i promenljive i operatore. Metrike mere količinu nasleđivanja po dubini i širini hijerarhije nasleđivanja: **dubina stabla nasleđivanja** (engl. *Depth of Inheritance Tree – DIT*) dubina klase u hijerarhiji nasleđivanja i **broj podklasa** (engl. *Number of Children – NOC*) izračunava broj neposrednih podklasa (potomaka) posmatrane klase/interfejsa u hijerarhiji klase.

Kvalitet softverskog proizvoda posmatrajući sa stanovišta ocene programskih linija kôda i projektovanja sistema, ogleda se u pet atributa: efikasnost, složenost, razumljivost, ponovna iskoristljivost i mogućnost testiranja/održavanja. Samostalno ili u kombinaciji sa drugim faktorima ovim metrikama se procenjuje pouzdanosti, efikasnosti, pogodnosti za održavanje, ponovnu upotrebu i prenosivosti softvera.

Problemi procene pouzdanosti softvera, mogu se dokazati mnogobrojnim podacima sakupljenih u svrhu istraživanja softver projekata – broj pronađenih grešaka, tipovi grešaka, vreme CPU angažovano u nekim aktivnostima. Prebrojavanje linija kôda, osim linija komentara, predstavlja se paradigmom “hiljadu nekomentarisanih programskih naredbi” (engl. *thousands of noncomment source statements (KNCSS¹⁰)*) eminentnog naučnika Wayne C. Lim. KNCSS dokazuje veličinu programskih kodova, gde je broj nerešenih grešaka po KNCSS osnovna mera softver kvaliteta. Ocena softverskih proizvoda, podrazumeva procenu njegove **pouzdanosti**, koja se ogleda u dva faktora: *složenost i veličina programa* (ukupan broj grešaka, dužina programskih naredbi, broj različitih operatora i operanada (ulaznih podataka- engl. data inputs).

Razvoj softverske komponente koja je namenjena ponovnoj upotrebi zahteva dodatni napor (30-50%), u poređenju sa komponentom za jednokratnu upotrebu, pri čemu dodatno uloženi napor pruža:

1. proizvod koji uvek može da odgovori dodatnim zahtevima, a namenjen je daljoj distribuciji,
2. detaljno formulisano dokumentaciju toka razvoja i konačnog softverskog rešenja,
3. precizno određene test podatke i test dodatnih i potencijalnih mogućnosti softvera.

R program uključuje **Reusability** (ponovno iskoristljive – **R**) vrednosti u proces korporativnog razvoja softvera, pri čemu jasno oblikuje potencijalne koristi od R softvera u finansijskom smislu, jer snažan motivator svih poslovnih odluka jeste finansijska dobit, kao cilj iznad svih ciljeva. R model “*Povratak od investicija*” (engl. Return on investment model (ROI))¹¹ izdvaja parametre kojima se dokazuju ušteda i koristi, od vrednosti koje su već stečene i investirane u prethodni razvoj, kroz prihvatanje već definisane softverske inženjerske tehnike merenja dugoročnih troškova i koristi, proisteklih kreiranjem i korišćenjem objekata R softvera (engl. Reusable Software Objects (RSOs)), kao i formiranja i koordiniranja rada sa R softver bibliotekama (engl. Software Reuse Library (SRL)). Kako se R softver uspešno nosi sa svim svojim mnogobrojnim prednostima, analizu istih sprovodimo metrikama R softvera koje preciziraju vrstu podataka i način izračunavanja R prifitabilnosti. Merenja R veličina grupiše se u 6 modela R metrike kojima se jasno dokazuju prednosti softvera izgrađenog R vrednostima. Metodologija kojom se precizno i detaljno definišu svi koraci kompleksnog istraživanja ovog tipa, poznata je kao „Cilj-pitanje-metrika”.

R metrike procenjuju segmente pozitivnog rezultata R softvera:

- kvalitet, produktivnost i metrike vremena izlaska na tržište,

⁸ dr Miladin Stefanović, predmet: “SISTEMISKI PRISTUP RAZVOJU SOFTVERA – aspekt obezbeđenja kvaliteta softvera” http://www.mfkg.kg.ac.rs/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=602&Itemid=269, preuzeto 05.06.2010.

⁹ Sistemska analiza “Softverske tehnike” www.etfbl.net/dokument.php/2763/1/predavanja%20se.doc, preuzeto 14.4.2009.

¹⁰ Wayne C. Lim: “Managing software reuse“ – »Thousands of noncomment source statements«, strana 294

¹¹ Reuse metrics and measurement: A framework, <http://sciencetage.com/d/2357667/reuse-metrics-and-measurement-a-framework.html>, preuzeto 05.07.2010. kao i prethodna referenca.

- R metrike ekonomije,
- R metrike biblioteka,
- R metrike procesa,
- R metrike proizvoda,
- metrika ponovne upotrebe vrednosti.

2.2. CILJ–PITANJE–METRIKA (GOAL QUESTION METRIC (GQM)¹²) MERENJA SOFTVERA

GQM započinje definisanjem ciljeva, a zatim pravilno proceniti ostvarivanje ciljeva, što se metodološki obrađuje **R metrikom**. Polaznu osnovu definisanih ciljevadaju teorijsko-praktični metodi eminentnih naučnika iz oblasti metodologije razvoja softvera: Basili i Rombach, koji determinišu paradigmu "cilj-pitanje-metrika". **Prvi korakje identifikacija cilja** za koji treba sakupiti informacije i izvršiti zadatke:

1. definisanje ili kratak opis projekta : R softver
2. definisanje sažetog, a zatim detaljan opis cilja : „unaprediti softverski proizvod kroz R vrednosti“
3. specificirati ciljeve mogućnost njihove izvodljivosti: „šta je softver bez R ili sa R vrednostima?“

Formulisanje metrike zahteva pravilno postaviti pitanja problema, jer bezbroj je pitanja na koja odgovor ne usmerava na rešenje problema (KNCSS¹³). Stoga, treba sakupiti neophodne metrik informacije.

GQ model sadrži tri nivoa, što definiše tri stanovišta metodološkog istraživanja:

1. konceptualni nivo - cilj (engl. goal): razviti projekat poslovnih *ciljeva* za objekat, vodeći računa o modelima kvaliteta i tačkama posmatranja. Objekti posmatrnja su:

Proizvodi koji nastaju tokom životnog ciklusu razvoja sistema: specifikacije, projekti, programi, testni podaci i dokumentacija.

Procesi su vezani za vreme : specificiranje, projektovanje, testiranje, intervjuisanje, dokumentovanje.

R ponovno upotrebljene vrednosti radi dobijanja novog proizvoda: hardver, softver, radno okruženje.

2. operativni nivo - pitanja (engl. question): ovaj korak vodi ka suštini problema, pronalazimo prava pitanja na koja definišemo odgovor. Sistematizacija je neophodan međukorak u grupisanju pitanja i njihovih prioriteta. Pitanja treba usmeriti ka objektima merenja (proizvodima, procesima, resursima) sa respektom na odgovarajući nivo kvaliteta i različitih tačaka gledišta.

3. kvantitativni nivo - verifikacija i merenje (engl. metric): razvija *mehanizam za sakupljanje podataka* (vodeći računa o objektima, svrsi, fokusu, okruženju, vidljivim tačkama). Na ovom nivou se sakupljeni podaci razvrstavaju u nizove, svakom pitanju se pridružuju odgovori, subjektivni ili objektivni.

3. METODOLOŠKI OKVIRI KOJIMA SE OPRAVDAVA KORISNOST PKS¹⁴ KONCEPTA U RAZVOJU SOFTVERA

Analiza softver kvaliteta je vrlo težak zadatak, jer nisu svi faktori koji ulaze u odlučivanje podjednako merljivi. Koliko dobro ili loše će se odigrati planirana akcija, ili realizovati planirani zadatak u oblasti razvoja ili održavanja softvera, procenjuje se analizom troškova/koristi (engl. *cost/benefit*¹⁵). Ovaj model uzima u obzir pozitivne i negativne faktore, koji ulaze u analizu ukupnih troškova i koristi, što procenjuje da li se planirana akcija preporučuje. Cost/benefit analiza vrši se uz pomoć finansijskih pokazatelja. Ako uključujemo nematerijalne stavke u analizu, tada dajemo procenu njihove vrednosti, što uključuje subjektivne faktore u proces merenja. Ali povrh svega, cost/benefit analiza jeste najbolja tehnika, u procesu donošenja odluke da li je R zaslužna investicija. Merenje R softvera znači:

Tehnikom GQM **razviti metodologiju kojom se dokazuje unapređenje parametara softvera kroz R vrednosti**. Postavljeni globalni cilj, razgrađuje se u tri parcijalna cilja:

1. **unapređenje kvaliteta,**
2. **smanjenje vremenskog ciklusa u razvoju softvera,**
3. **prenošenje iskustva i jedinstvene ekspertize.**

Pre analize troškova i koristi, na osnovu definisanih ciljeva, pitanja i parametara za njihovo ostvarenje, važno je znati da se softver R strukture posmatra sa dve globalne perspektive: kreatora R vrednosti i korisnika istih. Ova razlika je bitna, zato što su troškovi i koristi svakoga od njih vrlo različiti.

Za *korisnike* softverskih komponenti troškovi nastaju pronalazanjem, smeštanjem, adaptiranjem i spajanjem R vrednosti u novi softver. Prednosti se realizuju u dva pravca:

¹² Wayne C. Lim: „Managing Software Reuse“ 1998.- "Goal-Question-Metric Paradigma" - Basili and Rombach strana 294

¹³ Wayne C. Lim: "Managing software reuse" → "Thousands of noncomment source statements", strana 294

¹⁴ Prof. dr Saša Bošnjak: "Metodologija razvoja softvera zasnovana na R-objektima" doktorska disertacija, Ekonomski fakultet Subotica, 1995 - Koncept ponovnog korišćenja softvera (PKS)

¹⁵ Wayne C. Lim: "Managing Software Reuse Economics" 1998. "A cost Justification Model for software Reuse" strana 101

1) ka smanjenju i izbegavanju troškova, pri kreiranju i održavanju funkcionalnosti komponente, i

2) ka povećanju profita u kompletnoj proizvodnji i blagovremenoj raspodeli na tržištu.

Odluka korisnika o primeni R vrednosti je ekonomski izvodljiva kada su ukupni troškovi uloženi u kreiranje R vrednosti niži, nego ukupni troškovi kreiranja "podjednakih funkcionalnosti" u komponenti.

Za kreatora softverskih komponenti troškovi se sastoje od početnih i novonastalih troškova tekuće potrošnje:

1) početni troškovi uključuju troškove kreiranja R vrednosti i njihovog smeštanja u biblioteku.

2) novonastali troškovi se pojavljuju održavanjem komponenti i biblioteka gde su iste smeštene.

Shodno tome, cena je rezultat sumiranja troškova kreiranja i održavanja R vrednosti, biblioteka i alata. Za kreatora R program je ekonomski izvodljiv ako ukupne koristi koje uživaju korisnici (njihovi potencijalni kupci) R vrednosti prevazilaze troškove kreiranja i održavanja komponenti, odgovarajuće infrastrukture.

Korišćenjem tehnike proračunavanja cost/benefit analizom, i vrednovanje kroz dugo vremensko ulaganje modelom »Neto sadašnje vrednosti« (Net Present Value – NPV¹⁶), dolazi se do preciznih podataka. Transformacijom koristi i troškova u pozitivan i negativan novčani tok, koji se izražava u tekućim novčanim jedinicama, vrednuje se odlukom, da li smo za, ili protiv ulaganja u R program, što zavisi od ostvarene dobiti, koja će se očekivati razlikovati po ulaznom, a troškovi po izlaznom novčanom toku.

3. ZAKLJUČAK

OO Softverske metrike poznatih naučnika iz oblasti OO programiranja, Chidamber, Kemerer i McCabe predstavljaju metodološki okvir za procenu mnogih ključnih parametara kvaliteta razvoja softverskih rešenja. pri merenju kvantitativnih, kvalitativnih i metodoloških osobina softverskih rešenja, kao i oceni performansi samih komponenti softvera, njegovih generativnih i razvojnih klasa i metoda. Odluka o razvoju softvera ovakvih performansi bazira se pre svega na politici visokog kvaliteta softverskih komponenti, kako u fazama projektovanja, tako i u fazama samog razvoja i održavanja. Navedenim OO metrikama meri se delotvornost principa objektno-orijentisanog projektovanja, veze i zavisnosti između softverskih objekata, kao i mnogi drugi principi kojima se procenjuje razvoj kvalitetnog softvera.

Analiza veličina troškova/koristi cost/benefit metodom, daje kvantitativne rezultate, na osnovu kojih se donosi odluka o maksimalnoj visini troškova koji opravdavaju korist, tokom dužeg vremenskog perioda ulaganja: da li je R investicija opravdana. cost/benefit analiza svih troškova i koristi može da proceni:

1. da su troškovi kreatora komponenti manji od koristi koje će ostvariti korisnici istih,

2. daje pokazatelje ekonomske opravdanosti R softvera sa stanovišta korisnika komponenti, pri čemu se smanjuju i/ili izbegavaju troškovi kroz ponovnu upotrebu softverskih rešenja,

3. R razvoj se odražava na zaradu korisnika: ponovna upotreba softverskih rešenja povećava profit.

Merenje softvera razvijenog R vrednostima različitim tehnikama merenja, u svakom slučaju dokazuje opravdanost investicije mnogostruko upotrebljivih vrednosti u velikom broju softverskih projekata, kao i da se ulaganje temelji na dugoročnom vremenskom procesu sa uputom na savremene principe i tehnologije rada što daje profitabilne prednosti kvaliteta i brzog izlaska na tržište gotovih proizvoda.

LITERATURA

[1] Wayne C. Lim: »Managing Software Reuse«, Prentice Hall PTR 1998. god.

[2] JACOBSON: "Software reuse : architecture, process & organization for business success",

[3] Prof. dr Saša Bošnjak: "Metodologija razvoja softvera zasnovana na R-objektima" doktorska disertacija, Ekonomski fakultet Subotica, 1995

[4] McCall, J.; Richards, P.; Walters, G.: "Factors in Software Quality" Novembar 1977

[5] Johan Margono, Thomas E. Rhoads: „SOFTWARE REUSE ECONOMICS: COST-BENEFIT ANALYSIS ON A LARGE-SCALE ADA PROJECT“

[6] Even A. Karlsson: „Software Reuse a holistic approach“, Wiley Computer Publishing, 1996.

[7] http://www.adaic.com/docs/95style/html/sec_8/Reusability - Chapter 8 - Ada 95 QUALITY AND STYLE Guide

[8] [http://dept-info.labri.u-bordeaux.fr/~strandh/Teaching/MTP/Common/Strandh-](http://dept-info.labri.u-bordeaux.fr/~strandh/Teaching/MTP/Common/Strandh-Tutorial/reusability.html)

Tutorial/reusability.html Reusability Reusability. Reusability refers to the quality of a software component

¹⁶ Wayne C. Lim: "Managing Software Reuse" 1998. - "Goal-Question-Metric Paradigma" - Basili and Rombach strana 137



VIZUELIZACIJA SEMANTIČKIH PODATAKA U E-OBRAZOVANJU

VISUALISATION OF SEMANTIC DATA IN E-EDUCATION

MILOŠ MILUTINOVIĆ, MIHAJLO ANĐELIĆ, ZORICA BOGDANOVIĆ, MARIJANA DESPOTOVIĆ-ZRAKIĆ

Fakultet organizacionih nauka, Beograd, milosm@elab.rs, mihajlo88@gmail.com, zorica@elab.rs, maja@elab.rs

Rezime: Semantički veb pruža mogućnosti za korišćenje različitih izvora informacija na jednostavan način. Masivne količine informacija zahtevaju nove metode prikaza i interakcije. Vizuelne metode, grafovi i stabla omogućavaju jednostavan fokus na tematiku, kao i apstrahovanje detalja. U radu je predstavljen model za integraciju semantičkih podataka u Moodle okruženje. Implementacija u vidu modula za Moodle LMS je integrisana u postojeći sistem Katedre za elektronsko poslovanje na Fakultetu organizacionih nauka.

Ključne reči: E-obrazovanje, Vizuelizacija, Linked data, Semantički veb.

Abstract: Semantic web allows simple use of diverse information sources. Massive amounts of information at hand require new methods of presentation and interaction. Visual methods, graphs, and trees can abstract extraneous details to allow focusing on the desired topic. This paper presents a model for integrating semantic data into the Moodle environment. A module implementing needed functionalities was developed and integrated with the existing system at the Department for Electronic Business, Faculty of Organizational Sciences.

Ključne reči: E-education, Visualization, Linked data, Semantic web.

1. UVOD

Iako semantički veb nije još uvek dostigao svoj puni potencijal, njegova zamisao predstavlja veliki korak napred u evoluciji interneta i definisani koncepti i paradigme/tehnologije već imaju odjeka u naučnim, istraživačkim i komercijalnim sredinama. Inteligentno povezivanje informacija i resursa iz različitih izvora i njihova upotreba u semantičkim aplikacijama moguća je već danas.

Najpoznatiji projekat semantičkog veba – DBpedia, skladišti veliku količinu slobodno dostupnih informacija koje mogu da se iskoriste za izgradnju semantičkih aplikacija i upoznavanje sa semantičkim tehnologijama. Iako računari mogu lako da manipulišu masivnim tokovima informacija, problem su krajnji korisnici, ljudi, koji poseduju ograničene kognitivne sposobnosti. Dostupne informacije moraju da se apstrahuju i predstave na prikladan način, što metod vizuelizacije podataka smešta u srž problema.

Oblast vizuelizacije je doživela bum sa ulaskom marketinga i dizajna na teritoriju statističkih podataka. Vizuelizacijama i infograficima se predstavljaju podaci na zanimljiv način, a brojevima se daje semantičko značenje u vidu slike, konteksta i priče. Sinergija veb tehnologija, nastala kao odgovor na rastuću potrebu interaktivnog predstavljanja podataka, je dovela do značajnog rasta relativno mlade naučne oblasti – grafičkog predstavljanja podataka.

U ovom radu će biti prikazano kako se podaci semantičkog veba mogu primeniti u oblasti e-obrazovanja posredstvom vizuelnih reprezenatacija. Nakon pregleda literature u oblasti e-obrazovanja i semantičkog veba, dat je kratak osvrt na tehnologije i sisteme koji mogu da se koriste u izgradnji semantički obogaćenih edukativnih sistema. Predstavljen je model arhitekture razvijenog modula za semantičko obogaćivanje edukativnih sadržaja i mehanizam njegove interakcije sa korisnicima i samim Moodle sistemom.

2. PREGLED LITERATURE

Semantički veb je skup tehnologija koji gradi nad postojećim tehnološkim slojevima usvajajući određene koncepte u pogledu označavanja i povezivanja podataka. Tehnološki slojevi semantičkog veba (XML, RDF, SPARQL, OWL), grade logičke slojeve: sistem podataka i sistem zaključivanja. Sistem podataka realizovan je kroz paradigmu interneta povezanih podataka - Linked Data. Linked Data je koncept koji se odnosi na jednostavno povezivanje podataka iz različitih izvora posredstvom interneta. Sam koncept se odnosi na

podatke sa interneta koji su čitljivi mašinski i čije je značenje eksplicitno definisano. Ovi podaci su povezani sa eksternim izvorima i različitim skupovima podataka (DataSets) (Bizer, Heath, & Berners-Lee, 2009).

Kako bi podaci bili razumljivi mašinama, tj. računarima, potrebno je da budu semantički anotirani. Anotacija može da se obavlja manuelno, polu-automatski ili automatski i podrazumeva postojanje ontologije, odnosno rečnika, u kojoj su definisani korišćeni pojmovi. Za potrebe anotacije dokumenata u e-obrazovanju može se definisati ontologija sa odgovarajućim pojmovima (Dadić, Despotović-Zrakić, Bogdanović, & Milutinović, 2013).

Podacima semantičkog veba može se pristupiti na nekoliko načina: pomoću direktnog linka, SPARQL upita sa pristupne tačke, u obliku vremenskih preseka u RDF formatu i pomoću alata za pronalaženje (Bizer, Lehmann, et al., 2009). Najveći projekat semantičkog veba, DBpedia, ima za cilj da transformiše podatke sa Wikipedia-e u sistematično znanje. Nad tako strukturiranim podacima moguće je primeniti tehnike semantičkog veba: izvršavanje složenih upita, povezivanje sa drugim izvorima podataka ili kreiranje aplikacija koje će koristiti te podatke. Unutar DBpedia-e postoje sistemi za ekstrahovanje informacija i konverziju u RDF triplete, povezivanje sa drugim otvorenim izvorima i pristupanje pomoću interfejsa i pristupnih modula (Auer, Bizer, Kobilarov, Lehmann, & Ives, 2007).

Obrazovanje se zasniva na procesima prenosa znanja sa jedne osobe na drugu i procesima samostalnog istraživanja gde radoznalost i interesovanje imaju veliku ulogu. Ovi procesi su značajno izmenjeni pod uticajem modernih tehnologija i masa podataka koje se studentima nalaze na raspolaganju. Ukoliko relevantne informacije nisu dostupne u trenutku kada postoji interesovanje kod studenta, ili ukoliko je teško doći do njih, rezultat je gubljenje interesovanja (Arnone, Small, Chauncey, & McKenna, 2011). Primenom semantičkog veba studentima se mogu dostaviti informacije relevantne za oblast istraživanja.

Koncept e-obrazovanja otvara nova pitanja i izaziva postojeće pretpostavke ugrađene u klasično obrazovanje. Sistemi za upravljanje učenjem, kao što je Moodle LMS, predstavljaju potporu klasičnom obrazovanju, ali i iskorak ka novim modalitetima obrazovanja gde se u centar pažnje smeštaju prilagođavanje studentima, raznovrsni izvori znanja, adaptivnost testova i naglasak na praktičnom znanju (Collins & Halverson, 2010).

Bibliografske analize pokazuju da se najveći broj naučnih radova u oblasti e-obrazovanja bavi društvenim umrežavanjem, mobilnim tehnologijama, edutainment-om i semantičkim vebom. Primena semantičkog veba ide sporije nego što je predviđano, ali uz konstantan rast broja radova na ovu temu (Martin et al., 2011).

Korisnici sistema za upravljanje učenjem predstavljaju heterogenu grupu po nivou znanja, potrebama i interesovanjima. Postojeći sistemi se uglavnom zasnivaju na uniformnosti edukativnih materijala, iako primena adaptivnosti i personalizacije kurseva mogu da poboljšaju rezultate studenata (Despotović-Zrakić, Marković, Bogdanović, Barać, & Krčo, 2012). Problem je što realizacija adaptivnog e-obrazovanja zahteva uspostavljanje iterativnog i dinamičkog procesa koji uključuje kontinualno prikupljanje i analizu podataka o studentima, njihovu klasifikaciju i izradu kurseva sa odgovarajućim karakteristikama. U određenoj meri alternativu ugrađivanju adaptivnosti u postojeće sisteme može da predstavlja obezbeđivanje alata koji bi pojednostavili samostalan rad i istraživanje. Statični materijali koji su deo kursa bi služili kao osnova nad kojom bi dalje studenti mogli da obavljaju samostalno istraživanje praćenjem semantičkih veza između podataka. Praćenje samostalnih aktivnosti izvedenih u okviru LMS-a bi takođe moglo da se koristi u fazi prikupljanja podataka za ostvarivanje adaptacije.

Sistem za upravljanje učenjem (LMS) smešta studenta u centar pažnje i omogućava upravljanje edukativnim resursima. Glavna prednost ovakvih sistema je što omogućavaju različite oblike interakcije sa drugim studentima i nastavnicima i što obezbeđuju visok nivo transparentnosti materijala za učenje. Standardne funkcionalnosti obuhvataju: definisanje kurseva, rad sa edukativnim resursima, registraciju studenata, praćenje njihovih aktivnosti i međusobne interakcije studenata. Jedno od najznačajnijih rešenja otvorenog koda je Moodle LMS koji poseduje kvalitetnu arhitekturu, široke mogućnosti proširenja i podršku za ponovnu upotrebu edukativnih jedinica u obliku objekata učenja (Park, Choi, & Kim, 2011).

Vizuelizacija podataka je interdisciplinarna oblast koja koristi vizuelne prikaze apstraktnih podataka kako bi olakšala poslove istraživanja i analize. Rukovanje velikim količinama kompleksnih, distribuiranih, heterogenih podataka se pojednostavljuje oslanjanjem na napredne ljudske sposobnosti percepcije. Alati za vizuelizaciju moraju da zadovoljavaju određene kriterijume kako bi imali pozitivan uticaj na iskustvo korisnika i kako bi bili upotrebljivi u različitim kontekstima. Ovi kriterijumi obuhvataju efikasnost u radu, pristupačnost, ekspresivnost korišćenjem različitih metoda prikaza, kompatibilnost sa postojećim tehnologijama, lakoću održavanja i performanse (Bostock, Ogievetsky, & Heer, 2011).

Među alatima za vizuelizaciju od najvećeg interesa su oni zasnovani na veb tehnologijama koji se mogu prikazati u okviru standardnih veb pretraživača. Vizuelizacije izrađene ovim alatima se mogu prezentovati u

okviru veb stranica, portala i drugih aplikacija koje su tipično zasnovane na vebu kao što su sistemi za upravljanje učenjem. Najpoznatija biblioteka za vizuelizaciju zasnovana na veb tehnologijama je D3 biblioteka koja se izdvaja po performansama, dostupnošću, jednostavnošću i mogućnosti direktne manipulacije prezentovanim podacima (Bostock, Ogievetsky, & Heer, 2011).

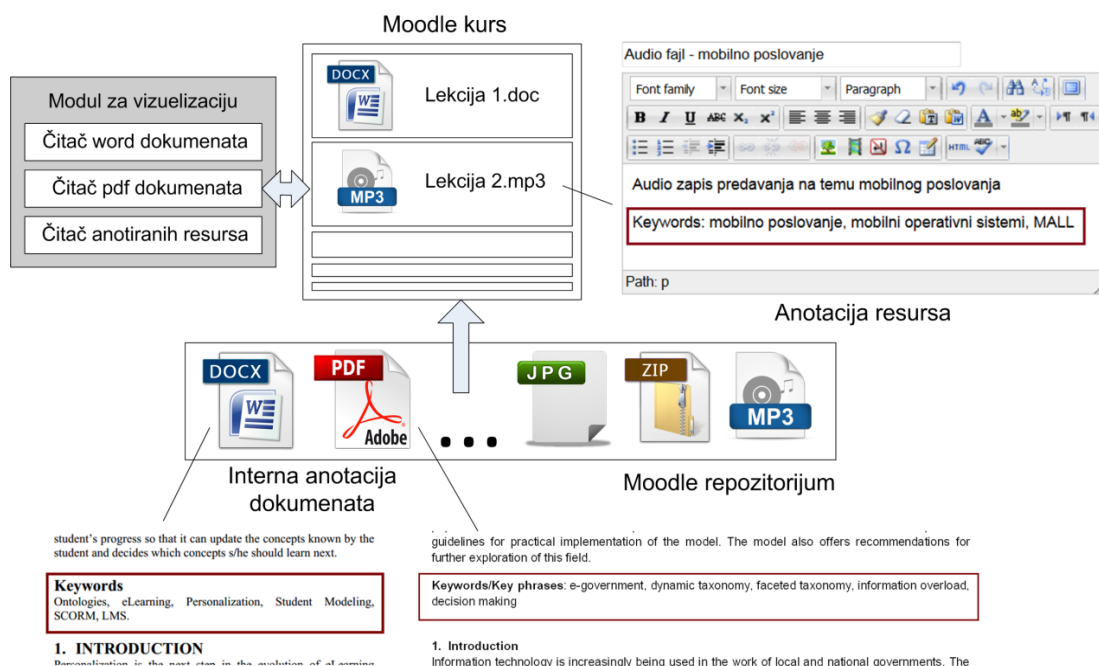
3. MODUL ZA VIZUELIZACIJU SEMANTIČKI OBOGAĆENIH PODATAKA U MOODLE SISTEMU ZA ELEKTRONSKO UČENJE

Modul koji je razvijen u okviru ovog rada omogućava vizuelan prikaz ključnih pojmova koji se obrađuju u okviru jednog kursa. Podaci iz svakog kursa se segmentiraju i prikazuju hijerarhijski u okviru stabala tematskih celina. Funkcionalnost Moodle sistema se tako proširuje ubacivanjem vizuelnih prikaza, kako bi krajnji korisnici na brz i jednostavan način mogli da sagledaju silabus predmeta. Za dobavljanje informacija o kursevima koristi se Moodle-ov sistem za skladištenje informacija koji je dostupan programerima preko ugrađenih interfejsa. Ovaj sistem se sastoji iz dve komponente: fajl sistema, koji na bezbedan i pouzdan način čuva sve informacije koje su organizovane unutar fajlova, i baze podataka u kojoj su skladišteni svi podaci (metapodaci, podaci o korisnicima, kursevima, ...) potrebni za funkcionisanje Moodle sistema.

U fazi dizajniranja sistema za semantičko obogaćivanje podataka sa Moodle-a analizirana su dva pristupa u pogledu realizacije modela. Prva je bila da se podacima iz Moodle-a pristupa direktno kao bilo kojoj drugoj bazi podataka i da se sistem razvije kao nezavisna celina, dok je druga opcija bila ugrađivanje u postojeći okvir korišćenjem Moodle mehanizama kako bi se ostvarila čvršća integracija. Korišćenje postojećeg sistema je izabrano usled njegovih osobina modularnosti i proširivosti i radi postizanja uniformnog interfejsa i minimizacije krive učenja kod korisnika koji su već upoznati sa sistemom.

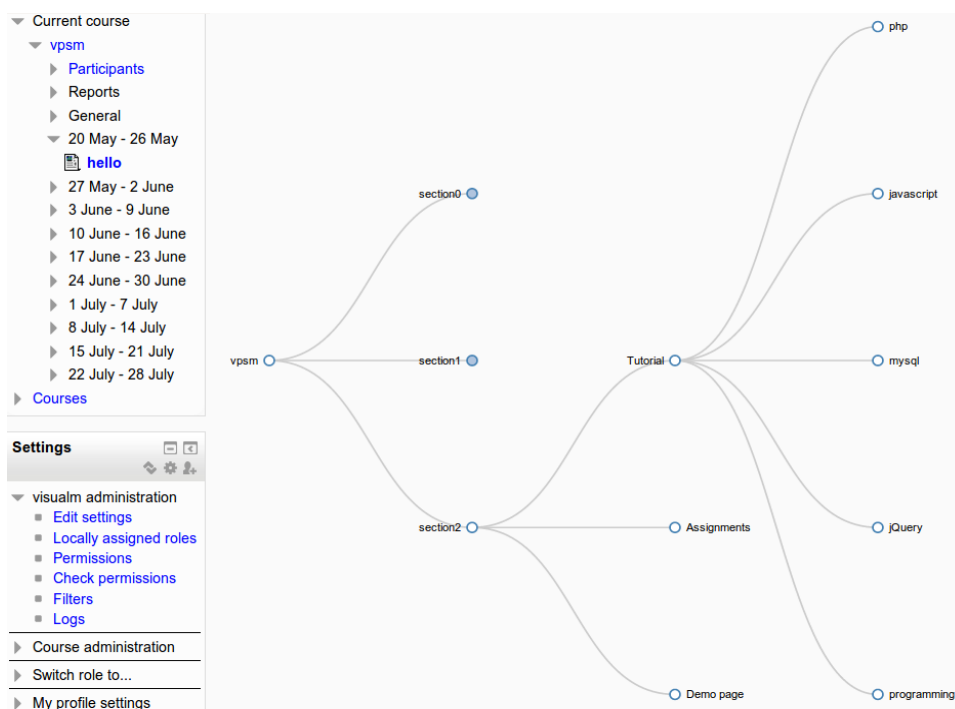
U idealnom slučaju svi podaci, dokumenti i resursi u sistemu bi bili anotirani u skladu sa nekom ontologijom i označeni korišćenjem jedinstvenih identifikatora (URI-ja) (Dadić et al., 2013). U praksi ovo zahteva odgovarajuću podršku od strane sistema za upravljanje učenjem, pa je pri razvoju modula izabrana jednostavnija varijanta gde se anotacija obavlja pomoću ključnih reči koje nisu deo neke ontologije, korišćenjem postojećih dokumenata i metoda opisivanja resursa.

Modul je projektovan korišćenjem modularne arhitekture, tako da se ekstrakcija anotacija iz resursa u sistemu obavlja pomoću specifičnih čitača. Čitači se onda mogu razvijati nezavisno jedni od drugih i od jezgra sistema, a funkcionalnost modula se može proširivati postepeno. Razvijena su tri čitača - čitač word dokumenata, čitač pdf dokumenata i čitač anotiranih resursa. U slučaju word/pdf čitača, pretpostavka je da su dokumenti već anotirani ključnim rečima u okviru „keywords“ paragrafa dokumenta. Čitač analizira prvu stranicu dokumenta i iz nje vadi ključne reči. U slučaju slika, arhiva, audio i video klipova, gde nije moguće na jednostavan način uneti ključne reči u sam dokument, analiziraju se „description“ polja, korišćena od strane samog Moodle sistema i dostupna na svim resursima, i ključne reči se ekstraktuju odatle (slika 1).



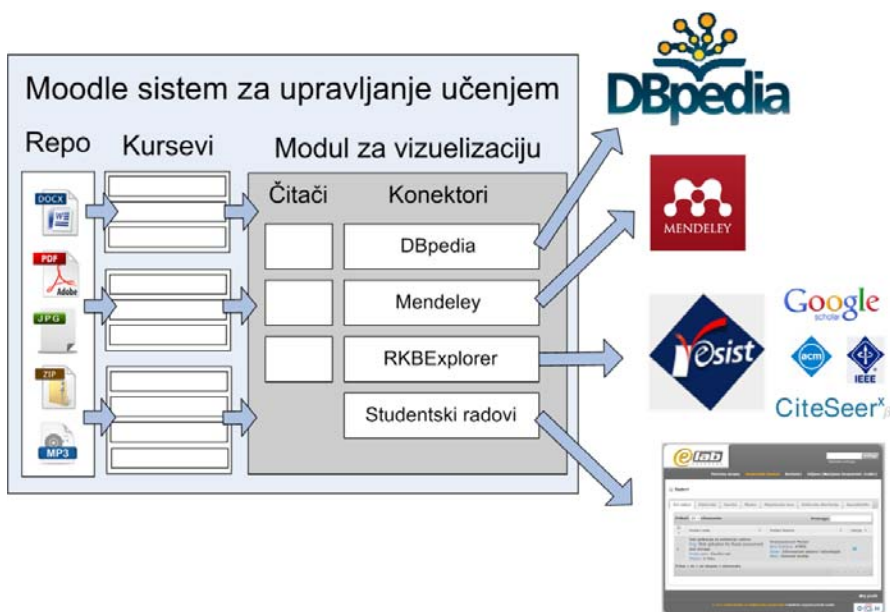
Slika 1: Podsystem za čitanje semantičkih podataka iz dokumenata i resursa

Dobijeni podaci se potom pripremaju i ubacuju u strukture podataka koje su pogodne za dalju obradu. Zatim se vrši hijerarhijsko prikazivanje podataka u stablu. Korisnik tada ima mogućnost da na jednom ekranu sagleda sve logičke celine i pojmove koji se obrađuju u okviru jednog kursa. Na jednom nivou su prikazane sve sekcije (nedelje, teme, itd.) u okviru kursa, a na sledećim pojedinačni resursi i ključne reči vezane za te resurse (slika 2).



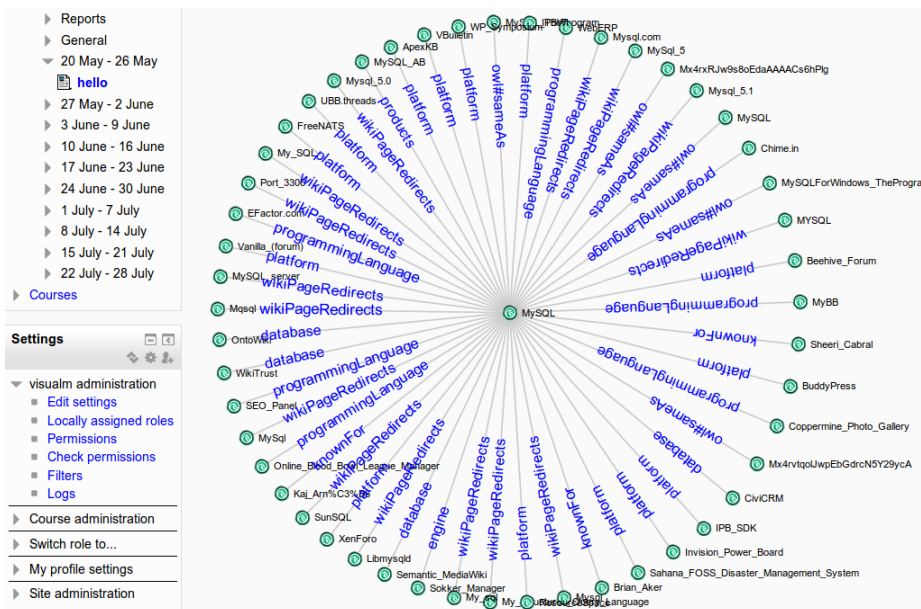
Slika 2: Hijerarhijski pregled sekcija kursa, resursa i ključnih reči

Prezentacija ključnih reči predstavlja samo prvi deo funkcionalnosti modula. Drugi deo se odnosi na postavljanje upita različitim izvorima informacija na internetu. Za svaki izvor razvijen je poseban konektor koji se lako uklapa u modularnu arhitekturu sistema (slika 3). Sistem za referenciranje stručnih radova, Mendeley, se koristi za pribavljanje ključnih pojmova iz stručnih radova. Na isti način se koriste informacije iz nezavisno razvijenog sistema za skladištenje studentskih radova na Katedri za elektronsko poslovanje. Podaci iz DBpedia-e i Resist-a se dobijaju posredstvom SPARQL upita na odgovarajućim krajnjim tačkama (SPARQL endpoints).



Slika 3: Podsystem za čitanje semantičkih podataka iz dokumenata i resursa

Kada se, klikom, izabere neki pojam iz stabla prikazuje se graf. Informacije pribavljene u fazi obogaćivanja podataka, koje su prikazane u grafu, omogućavaju da se pojam sagleda i iz druge perspektive, van konteksta postojećeg sistema. Obogaćivanje podataka se vrši tako što se pojam od interesa pretražuje u okviru Wikipedia-e, a zatim se analiziraju semantičke veze koje se nalaze u okviru DBpedia-e, kao i relevantni resursi u okviru drugih povezanih sistema. I sam pojam i veze prikazuju se u okviru jednog koncentričnog grafa. U sredini samog grafa nalazi se traženi pojam, a na krajevima grana nalaze se pojmovi koji su direktno povezani. Kada korisnik klikne na jedan pojam u grafu, otvara se odgovarajući resurs, stranica na Wikipedia-i ili neki rad. Tek tada korisnik ima detaljan i fokusiran pogled na oblast/pojam koja ga interesuje (slika 4).



Slika 4: Prikaz ključne reči i njenih veza sa drugim pojmovima

4. ZAKLJUČAK

Semantički veb predstavlja složenu sinergiju tehnologija koja će sigurno i u narednom periodu biti više predmet istraživanja a ređe implementacije u većim, produkcionim sistemima. Trenutno se najviše koristi može ostvariti ugradnjom nekih koncepata i mehanizama semantičkog veba u postojeće sisteme u vidu proširenja funkcionalnosti. U ovom radu je prikazano kako je već sada moguće iskoristiti informacije semantičkog veba u oblasti e-obrazovanja. Realizovani model je sasvim mali korak u nadolazećoj sprezi semantičkog veba i vizuelizacije i pruža osnov za dalje istraživanje.

Buduća istraživanja mogu da se usmere na nekoliko frontova nezavisno zahvaljujući modularnoj arhitekturi razvijenog modula. Sam korisnički interfejs modula je bazičan i mogao bi da se unapredi dodatnim opcijama za filtriranje pretrage, izbor metoda i parametara vizuelizacije, manuelni unos pojmova koji se žele istraživati i detaljniji prikaz informacija u okviru samih grafova kako bi se minimizirala potreba za napuštanjem Moodle okruženja tokom izvođenja istraživanja. Dalje, mogu se istražiti različite metode prikaza i omogućiti novi mod rada modula gde bi postojeći dokumenti u okviru sistema bili predstavljeni međusobno povezani semantičkim vezama dobavljenim sa interneta. Na kraju, mogu se razviti i ugraditi novi čitači koji bi čitali specijalne metapodatke kao što su ID3 metapodaci u mp3 datotekama, kao i novi konektori za povezivanje sa drugim semantičkim i ne-semantičkim servisima na internetu.

LITERATURA

- [1] Arnone, M. P., Small, R. V., Chauncey, S. A., & McKenna, H. P. (2011). Curiosity, interest and engagement in technology-pervasive learning environments: a new research agenda. *Educational Technology Research and Development*, 59(2), 181–198. doi:10.1007/s11423-011-9190-9
- [2] Auer, S., Bizer, C., Kobilarov, G., Lehmann, J., & Ives, Z. (2007). DBpedia: A Nucleus for a Web of Open Data. *Proceedings of the 6th international The semantic web and 2nd Asian conference on Asian semantic web conference* (pp. 722–735). Busan, Korea: Springer-Verlag Berlin.

- [3] Bizer, C., Heath, T., & Berners-Lee, T. (2009). Linked Data - The Story So Far. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 5(3), 1–22. doi:10.4018/jswis.2009081901
- [4] Bizer, C., Lehmann, J., Kobilarov, G., Auer, S., Becker, C., Cyganiak, R., & Hellmann, S. (2009). DBpedia - A crystallization point for the Web of Data. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 7(3), 154–165. doi:10.1016/j.websem.2009.07.002
- [5] Bostock, M., Ogievetsky, V., & Heer, J. (2011a). D³: Data-Driven Documents. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 17(12), 2301–9. doi:10.1109/TVCG.2011.185
- [6] Collins, a., & Halverson, R. (2010). The second educational revolution: rethinking education in the age of technology. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(1), 18–27. doi:10.1111/j.1365-2729.2009.00339.x
- [7] Dadić, J., Despotović-Zrakić, M., Bogdanović, Z., & Milutinović, M. (2013). Semantička anotacija obrazovnih materijala u sistemu e-obrazovanja. *Infoteh 2013, Vol .12* (Vol. 12, pp. 753–756). Jahorina.
- [8] Despotović-Zrakić, M., Marković, A., Bogdanović, Z., Barać, D., & Krčo, S. (2012). Providing adaptivity in Moodle LMS courses. *Educational Technology & Society*, 15(1), 326–338. Retrieved from http://www.ifets.info/journals/15_1/28.pdf
- [9] Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893–1906. doi:10.1016/j.compedu.2011.04.003
- [10] Park, S. K., Choi, J. S., & Kim, J. A. (2011). Guideline for moodle customization. *Proceedings of the Third international conference on Future Generation Information Technology* (pp. 391–396). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-3-642-27142-7_46



PRILAGODLJIVI WEB DIZAJN SA PRIMENOM FIKSNOG RASPOREDA ELEMENATA

RESPONSIVE WEB DESIGN USING FIXED WIDTH LAYOUTS

DRAGAN ZORANOVIĆ¹, SNEŽANA MLADENOVIĆ², SLAĐANA JANKOVIĆ², ANA UZELAC²

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, drazoran@gmail.com

² Saobraćajni fakultet, Beograd, snezanam@sf.bg.ac.rs

Rezime: Cilj ovog rada jeste da prikaže adekvatnu tehniku za izradu web sajta sa fiksnim rasporedom elemenata, koja bi bila jednostavna za upotrebu, a koja bi omogućila da sajt postane automatski prilagodljiv svim veličinama ekrana. Glavna prednost opisane tehnike je primarna upotreba fiksnog rasporeda elemenata umesto fluidnog i elastičnog pristupa, dok je efekat prilagodljivosti visok.

Ključne reči: prilagodljivi web dizajn, fiksni raspored, prototip, univerzalno rešenje.

Abstract: The aim of this paper is to present the proper technique for a making web site with a fixed layout elements, which would be simple to use, and which would allow the site to make automatic layout adjustment to screen size. The main advantage of the described technique is primary use of fixed layout rather than fluid and flexible approach, while the effect of adaptability is high.

Keywords: responsive web design, fixed width layout, prototype, universal solution.

1. UVOD

Web sajtovi se izrađuju za različite namene, bilo da je to promocija proizvoda, organizacije, manifestacija, elektronska trgovina putem interneta i slično. Za razliku od štampanih materijala i kataloga, koji su se ranije primarno koristili u te svrhe, internet posmatran kao sredstvo za prezentovanje predstavlja specifičan medij, jer podržava visok stepen interaktivnosti. Prvi sajtovi koji su označili pojavu Interneta karakterisao je jednostavan izgled sa akcentom na grafici. Za to su angažovani grafički dizajneri koji su izrađivali vizuelni identitet sajta i to su radili kao da je u pitanju štampani medij. To znači da je dizajner imao pred sobom tačne dimenzije ekrana u pikselima za koji izrađuje vizuelni dizajn, a potom izrađeni prikaz predaje programeru da kodira odgovarajuće HTML i CSS fajlove. Programeri su pri tom ugrađivali osnovne interaktivnosti u vidu kontakt formi i linkova.

Tokom poslednje dve decenije, postepeno se pojavljuju sve veći ekrani na računarima, koji od dizajnera zahtevaju da kreira web prikaze sa većim dimenzijama, kao da je u pitanju veći štampani format. Način izrade sajtova je ostao isti, samo su podrazumevane dimenzije u pikselima bile postepeno povećavane. Danas je ta dimenzija dostigla podrazumevanu širinu sajta od 960 px. Iako se sajt širine 960 px ne može adekvatno videti na svim ekranima koji su danas u upotrebi, ipak je to danas usvojena praksa. Međutim, stvari komplikuje iznenadna pojava netbook računara, smart telefona i tablet uređaja koji koriste ekrane koji su dosta manji od podrazumevanih veličina, često svega 600 px širine pa i manje. Da bi se postojeći sajt prilagodio prikazu na novim uređajima potrebno je ili kreirati novu verziju sajta za svaki pojedinačni uređaj, ili definisati elemente na stranici tako da budu automatski prilagodljivi širini ekrana. Da bi se rešili ovi problemi i da bi se odgovorilo na nove potrebe u dizajnu, javljaju se nove tehnike izrade i usavršava markup jezik. Tako se stvara potpuno nova oblast web dizajna koja se naziva prilagodljivi (engl. responsive) dizajn.

Cilj ovog rada jeste da prikaže adekvatnu tehniku za izradu web sajta sa fiksnim rasporedom elemenata, koja bi bila jednostavna za upotrebu, a koja bi omogućila da sajt postane automatski prilagodljiv svim veličinama ekrana. Glavna prednost opisane tehnike je primarna upotreba fiksnog rasporeda elemenata umesto fluidnog i elastičnog pristupa, pri čemu je efekat prilagodljivosti visok.

Naredne sekcije rada organizovane su na sledeći način: u drugoj su detaljnije opisani problemi koji se javljaju u prilagodljivom dizajnu, dok su u trećoj predstavljena postojeća rešenja. U četvrtoj je izloženo predloženo rešenje. U petoj je opisana izrada prototipa. Šesta sekcija prikazuje rezultate testiranja prototipa i ističe uočene prednosti i nedostatke. U poslednjoj sekciji je iznet zaključak.

2. PROBLEMI U PRILAGODLJIVOM PRISTUPU

Da bi sajt bio prilagodljiv, potrebno je koristiti elemente čija se veličina može dinamički menjati. Za prikaz teksta to znači da se širina kolone koja ga sadrži definiše preko procenata umesto piksela. Upotreba procenata kao jedinice za dimenzionisanje elemenata je poznato kao fluidni pristup. Primena fluidnog pristupa je dobro rešenje kod standardnih veličina ekrana, međutim ako je ekran preveliki može se desiti da tekst zbog dugačkih linija bude teško čitljiv, dok je na veoma malim ekranima tekst previše „iseckan“ na linije. Zbog toga je nastao elastični pristup u kome se koristi jedinica *em*. Ova jedinica predstavlja podrazumevanu veličinu osnovne linije teksta, što znači da 2 *em* predstavlja dvostruku visinu. Primena *em* jedinica obezbeđuje strogu tipografsku kontrolu, jer se može definisati širina kolone, od npr. 45 *em*. Na taj način obezbeđuje se dobra čitljivost teksta, jer se kontroliše dužina linije. Kod upotrebe elastičnih mera ostavljena je i mogućnost korisniku da lako uvećava ili smanjuje sadržaj stranice, koji će u svim slučajevima biti proporcionalno prikazan. Kod upotrebe elastičnih mera javlja se isti problem kao i kod fiksnog pristupa, a to je pojava horizontalne trake za skrolovanje u slučaju da je nedovoljna širina ekrana za prikaz sadržaja. Stoga se najčešće koriste hibridni prikazi koji koriste kombinaciju nabrojanih pristupa, jer se tako može obezbediti da se sajt ne proširuje neograničeno sa povećanjem ekrana. Zbog upotrebe reklamnih banera na sajtovima ovo je i jedino moguće rešenje jer su baneri još uvek fiksne veličine i zavise od eksterne distributivne mreže.

Sa slikama je nešto teže manipulirati nego sa tekstem, jer nije dovoljno automatski uveličavati ili smanjivati sliku, pošto se može javiti distorzija i značajno promeniti kadar. Na malim ekranima se dešava da neke sitnije ilustracije potpuno izgube smisao iako ih je dizajner pažljivo osmislio na većem prikazu.

I pored toga što je prilagodljivi pristup najbolje rešiti preko različitih dosetki u dizajnu, ne treba zaboraviti da upravo u tim slučajevima se mora koristiti najsvežija tehnologija kao što je HTML5 ili CSS3, koje još uvek veliki broj uređaja ne podržava. S druge strane, realna je potreba podrške na starijim uređajima i web čitačima, jer su oni projektovani isključivo za prikaz fiksnog rasporeda elemenata. Isto tako postoje i novi uređaji kao što su e-book čitači koji imaju ugrađene web čitače i koji koriste isključivo Internet Explorer 6.0 tehnologiju, koja je zvanično izbačena iz upotrebe. Zato je problem prilagodljivog dizajna mnogo širi ako se uzmu u obzir svi uređaji koji su u upotrebi.

Za rešavanje problema u celini nije dovoljna primena trikova koji važe za pojedinačni sajt, već se mora pronaći rešenje koje bi važilo barem za jedan skup sajtova određene namene. Idealno bi bilo pronaći tehniku kojom bi se postiglo da svaki sajt koji se pravi bude pravilno prikazan na svim dostupnim desktop i mobilnim uređajima i da bude čitljiv i na uređajima koji se još nisu ni pojavili na tržištu. Dakle sajt bi trebalo da bude projektovan i izrađen tako da bude spreman i za sadašnjost i za bližu budućnost.

3. POSTOJEĆA REŠENJA

Prikazana rešenja se svode na rešavanje izolovanog problema sa prikazom sajta u nekim konkretnim slučajevima.

Da bi se ostvarila konzistentnost prikaza svih elemenata, fontova, bordura, margina itd., osmišljeno je resetovanje CSS stilova koje se postiže umetanjem određenih linija koda u CSS fajl. Postoji više vrsta resetovanja a razlika je samo u tome na koje se elemente odnosi. Neki od popularnih CSS fragmenata koda za ovu namenu su Eric Meyer's "Reset CSS" 2.0, HTML5 Doctor CSS Reset, Yahoo! Reset CSS, Universal Selector "*" Reset, Normalize.css 1.0 (CSS Reset 2012). Resetovanje rešava samo mali deo problema, tako da se koristi uvek u sprezi sa drugim rešenjima.

S obzirom da prilagođavanje slika na web-u predstavlja veliki problem, osmišljeno je dosta rešenja da se on prevaziđe. Ethan Marcotte (Fluid Images 2013) predlaže da se za sve slike na stranici primeni AlphaImageLoader CSS filter preko JavaScript-a koji bi prilagođavao kvalitet i rezoluciju fotografije u trenutku učitavanja stranice. Time bi se značajno povećao kvalitet prilagodljivih slika u Internet Explorer-u 6.0. Slično rešenje za slike predlaže i Stoyan Stefanov (Image Optimization 2008).

Postoji i jQuery plugin (Backstretch 2012) koji obezbeđuje dinamičko skaliranje slike, bilo da se ona nalazi u prednjem planu ili pozadini. Prednost plugin-a je u tome što se cela stranica prikazuje pre nego što se prikaže slika, a slika se naknadno skalira i prikazuje, pa korisnik ne mora čekati na njeno učitavanje da bi se prikazao ostatak stranice.

Pošto kvalitet prilagodljivog dizajna u priličnoj meri zavisi od CSS3 medijskih upita, a stariji čitači ih ne mogu tumačiti, pojavilo se rešenje u vidu JavaScript biblioteke (CSS3-mediaqueries-js 2013) koja može u velikoj meri obezbediti njihovu podršku. Slična biblioteka, nešto manjeg obima je i Respond.js (Respond.js 2013).

Kadiranje slika koje se prikazuju na stranici je od suštinske važnosti, da bi se pravilno iznela ideja koju je dizajner pri projektovanju sajta osmislio. Zato je nastao eksperimentalni projekat kontekstnog prilagođavanja slika (Responsive Images 2010). Ovo rešenje je jednostavno za upotrebu jer se u nazivu fajla pozvane slike ubacuje kodiranje koje parsira JavaScript i šalje potrebne upute namenskom serveru da bi on vratio nazad odgovarajuću instancu veličine i kvaliteta slike.

Pored online članaka, dostupno je i nekoliko knjiga koje opisuju široki skup tehnika i rešenja za prilagodljivi web dizajn po kategorijama primene (Kadlec 2012, Marcotte 2011, Knight 2011). Nijedna od njih ne daje odgovor u vidu nekog univerzalnog rešenja.

4. PREDLOG REŠENJA

Rešenje čiji je prototip razvijen bazira se na upotrebi elemenata i fontova fiksne veličine. Razvoj sajta je razdvojen na dve celine. Prvu celinu predstavlja izrada verzije web sajta koja se prikazuje na svim ekranima najmanje širine 770 px. Ova verzija poseduje određene alteracije u vidu skrivanja DIV sekcija u zavisnosti od tačne širine prikaza. Sakriveni delovi se nadoknađuju pojavom alternativnog zaglavlja stranice koje sadrži pored logotipa sve one elemente koji su sakriveni a neophodno je da su uvek dostupni. Druga celina predstavlja izradu verzije web sajta koja će se prikazivati na svim ekranima manjim od 770 px. Kod nje je korišćen fluidni pristup za slike, fontove i navigaciju. Širine fiksnih elemenata su precizno definisane i napravljen je odgovarajući šablon u Adobe Fireworks programu na osnovu koga je dalje rađen vizuelni dizajn i kodiranje prikaza. Rešenje koje je osmišljeno se može koristiti kao univerzalna tehnika za izradu prilagodljivih sajtova tako da pokrije sve slučajeve prikaza na svim uređajima i platformama. Da bi bilo što univerzalnije, za realizaciju su upotrebljene široko zastupljene tehnologije: HTML4, CSS2 i JavaScript, koje podržavaju svi uređaji. Dimenzije DIV sekcija u fiksnom rasporedu su definisane tako da se u njih lako mogu uklopiti sve veličine standardnih reklamnih banera koje su danas u upotrebi.

5. IZRADA PROTOTIPA

U cilju dolaska do prototipa univerzalnog rešenja, pošlo se od formulisanih zahteva fiktivnog sajta Ekvator info, koji predstavlja sajt sa online vestima iz zemlje i sveta. Zahtevi su slični kao i kod svih sajtova slične namene: postojanje navigacije po kategorijama vesti, kursne liste, vremenske prognoze, prikaz najsvežijih vesti na naslovnoj stranici itd. Prototip je izrađen u cilju testiranja samo naslovne stranice jer se na isti način može primeniti i na sve ostale stranice. Pošto se sajt jednim delom finansira od iznajmljivanja reklamnog prostora, potrebno je izdvojiti što je moguće veću površinu za reklamne banere a da to ne ugrozi korisničko iskustvo i da se ne naruši vizuelni efekat. U zavisnosti od veličine ekrana treba regulisati broj prikazanih reklama na stranici ili njihovu veličinu.

Da bi se ispunili navedeni zahtevi, pošlo se od pretpostavke da je moguće iskoristiti fiksni raspored vizuelnih elemenata, s tim što bi se definisali delovi sadržaja koji su manjeg značaja i koji bi bili sakriveni na manjim ekranima. Ovakav koncept omogućava izradu kvalitetnog dizajnerskog rešenja i njegovog programskog koda na standardni način. Jedino je potrebno definisati koji delovi strane će biti vidljivi za koje širine prozora čitača.

Ispitivanjem trenutno popularnih rezolucija uređaja u uspravnoj i položenoj orijentaciji utvrđeno je da je najbolje da raspored elemenata na sajtu bude smešten u nekoliko DIV tagova, pri čemu su konkretno i definisane dimenzije širine za svaki DIV. Na osnovu toga je urađen žičani model u programu Adobe Fireworks (slika 1), a obrazloženje dimenzija za DIV-ove je dato u nastavku.

Fiksna širina sajta je postavljena na 1280 px, s obzirom da se retko koriste ekrani veće rezolucije. Sa leve strane je postavljen okvir za sadržaj širine 160 px, u sredini okvir širine 728 px, a sa desne strane okvir širine 300 px. Na vrhu je postavljen okvir koji će čuvati gornje zaglavlje stranice. Širine 160 px, 728 px i 300 px su odabrane iz razloga što su to standardne dimenzije za širinu reklamnih banera, a takođe se u njih mogu smestiti i baneri nešto manje širine koji su takođe standardizovani. Istovremeno su proverene i rezolucije popularnih mobilnih i tablet uređaja i utvrđeno je da bi u slučaju prikazivanja stranice na većini tablet uređaja u položenoj orijentaciji bilo potrebno ukloniti desni DIV okvir. Isto tako je utvrđeno da kod većine tableta na uspravnoj orijentaciji prikaza je potrebno ukloniti i desni i levi DIV okvir da bi sajt bio jasno čitljiv bez potrebe za zumiranjem i skrolovanjem. Na netbook računarima se uklanja samo desni okvir, dok su kod laptop i desktop računara moguće sve varijante u zavisnosti da li korisnik smanjuje veličinu prozora web čitača ili koristi prikaz preko celog ekrana. U ovoj fazi se već došlo do zaključka da predloženi žičani okvir ne može dobro biti iskorišćen kod mobilnih telefona zbog njihove male rezolucije. Zato se došlo do ideje da specijalno za ekrane manje od 770 px bude razvijena posebna stranica koja bi koristila fluidni raspored čime bi se obezbedila laka čitljivost i efikasno iskoristio skučen prostor na ekranu.



Slika 1: Žičani model sa DIV sekcijama

U sledećoj fazi je raspoređen sadržaj u opisanom modelu u zavisnosti od njegovog značaja. U centralnom delu je postavljen najbitniji sadržaj sa istaknutim vestima, sa leve strane je postavljena navigacija, a sa desne strane su postavljeni vremenska prognoza i kursna lista. Ostatak prostora je popunjen reklamnim banerima.

Pošto je redosled sakrivanja DIV-ova takav da u jednom trenutku levi okvir sa navigacijom postaje nedostupan korisniku, neophodno je za taj slučaj obezbediti alternativnu navigaciju. Usvojeno je rešenje da se u tom slučaju pojavljuje alternativno zaglavlje stranice umesto postojećeg i da se umesto reklamnog banera javlja navigacija. Visina alternativnog zaglavlja bi bila ista kao i običnog tako da ga je lako dizajnirati.

Kada je odlučeno o vrsti i rasporedu sadržaja određuje se vizuelni dizajn. Dizajn je takođe rađen u programu Adobe Fireworks preko šablona koji je napravljen u prethodnoj fazi. Pošto je u pitanju fiksni raspored elemenata može se već sada videti kako će finalni sajt izgledati.

U prethodnim fazama je odlučeno da će se razvijati posebna verzija fluidnog sajta prilagođenog za prikaz na mobilnim telefonima, tako da je neophodno napraviti tačan raspored elemenata i dizajn izgleda. Zbog jednostavnosti mobilne verzije direktno je urađen dizajn bez prethodne izrade žičanog modela sadržaja.

U poslednjoj fazi je izvršeno kodiranje prikaza u HTML, CSS i JavaScript-u i napisana su odgovarajuća pravila preko `if...then` naredbi za sakrivanje i prikazivanje odgovarajućih DIV sekcija u zavisnosti od očitane širine prikaznog prozora.

6. TESTIRANJE PROTOTIPA

Nakon izrađenog prototipa naslovne stranice sajta Ekvator info, izvršeno je testiranje prikazivanja promenom veličine prozora čitača. U nastavku su prikazani rezultati obavljenog testa.

Za širinu prikaznog prozora 1280 *px* sajt se prikazuje kao na slici 2, za širinu prozora 1024 *px* sajt se prikazuje kao na slici 3, za širinu prozora 800 *px* sajt se prikazuje kao na slici 4, za širinu prozora 600 *px* sajt se prikazuje kao na slici 5, dok se za širinu prozora 320 *px* sajt prikazuje kao na slici 6.

Kao što se može na slikama videti, sajt se u svim slučajevima ispravno prikazuje i popunjava skoro ceo dostupan prostor bez pojave horizontalne skrol trake.

Glavna prednost ovog prototipa je što se razvijaju samo dve verzije sajta sa fiksnim rasporedom i time pojednostavljuje održavanje, a sajt se odlično prikazuje na ekranima bilo koje veličine. Postupak izrade neznatno odstupa od utemeljenih dizajnerskih i programerskih principa za standardnu izradu fiksnog web sajta i dosta skraćuje vreme izrade u odnosu na tipične prilagodljive sajtove koji su optimizovani za sve popularne uređaje. Prototip ne koristi HTML5 i medijske upite koji su specifičnost CSS3 tehnologije, tako da je čitljiv i na starijim uređajima koji nemaju implementirane pomenute tehnologije. Fiksni raspored u dizajnu

web stranica je još uvek mnogo bolje rešenje jer fluidni i elastični sajtovi često daju nepredvidljive rezultate zbog odsustva podrške za najsvježije tehnologije.



Slika 2: Prikaz sajta na širini prozora 1280px



Slika 3: Prikaz sajta na širini prozora 1024px



Slika 4: Prikaz sajta na širini prozora 800px



Slika 5: Prikaz sajta na širini prozora 600px



Slika 6: Prikaz sajta na širini prozora 320px

Nedostatak razvijenog prototipa je niska originalnost: sajtovi koji bi se izrađivali po ovom ili sličnom šablonu bi veoma ličili jedan na drugi. Takođe, prostor dostupnog prozora između definisanih tačaka prekida u JavaScript-u nije potpuno iskorišćen. Na manjim ekranima se učitava nepotreban sadržaj čime se rasipa mrežni saobraćaj. Rasipanje saobraćaja može se rešiti primarnim učitavanjem mobilne verzije, pa ako su zadovoljeni uslovi, dopustiti učitavanje i druge verzije sajta.

5. ZAKLJUČAK

U radu je opisan prototip šablona za dizajniranje web sajtova koji ima za cilj da ubrza proces projektovanja i obezbedi maksimalnu kontrolu nad prikazom sadržaja, a samim tim smanji i troškove u razvoju. Generalna ideja je da se izbegne fluidni i elastični pristup i da se fiksni raspored efikasno iskoristi kod pravljenja sajta koji se može automatski prilagođavati različitoj širini prozora iako je sadržaj fiksno postavljen. Inovacija je deljenje stranice na više sekcija koje se pri dizajniranju ispunjavaju sadržajem po prioritetu i postojanje alternative za gornje zaglavlje. Pri kodiranju dizajnerskog rešenja postavila se pravila za koju širinu ekrana određene sekcije treba da budu vidljive, a takođe i da li će biti vidljivo alternativno zaglavlje. Ovo važi ako je veličina ekrana barem 770 px. Za manje ekrane, izrađena je posebna verzija sajta tzv. mobilna verzija. Kod nje je forsiran fluidni raspored elemenata; kad je u pitanju mali ekran bitno je iskoristiti svaki delić prostora, pa je fiksni raspored neadekvatan.

Pravac daljeg istraživanja biće usmeren na optimizaciju mrežnog saobraćaja prikazanog rešenja. Time bi se pored ispravnog prikaza, mogli rešiti i problemi rasipanja saobraćaja, koji nastaju kao posledica sakrivanja elemenata na stranici.

LITERATURA

- [1] Backstretch, (2012). <http://srobbin.com/jquery-plugins/backstretch/>
- [2] CSS Reset, (2012). <http://www.cssreset.com/>
- [3] CSS3-mediaqueries-js, (2013). <https://code.google.com/p/css3-mediaqueries-js/>
- [4] Fluid Images, (2013). <http://unstoppablerobotninja.com/entry/fluid-images>
- [5] Image Optimization, (2008). <http://www.yuiblog.com/blog/2008/12/08/imageopt-5/>
- [6] Kadlec, T. (2012). Implementing Responsive Design: Building sites for an anywhere, everywhere web. New Riders.
- [7] Knight, K. (2011). Responsive Design. Smashing Magazine.
- [8] Marcotte, E. (2011). Responsive web design. A Book Apart.
- [9] Respond.js, (2013). <https://github.com/scottjehl/Respond>
- [10] Responsive Images, (2010). http://filamentgroup.com/lab/responsive_images_experimenting_with_context_aware_image_sizing



КЉУЧНА ПОДРУЧЈА ВРЕДНОВАЊА ИНТЕРНИХ КОНТРОЛА ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА У ПРЕДУЗЕЋУ МЕТОДОЛОГИЈОМ СОВИТ

KEY AREAS OF EVALUATING IT INTERNAL CONTROLS IN COMPANY USING COBIT METHODOLOGY

ЈЕЛИЦА ЕРЕМИЋ-ЂОБИЋ¹, МИРЈАНА НОВАКОВИЋ², ДАРКО БОШЊАК³, ЈЕЛЕНА БОШЊАК⁴

¹ Електровојводина д.о.о. Нови Сад, Нови Сад, jelica.eremic@ev.rs

² Електровојводина д.о.о. Нови Сад, Нови Сад, mirjana.novakovic@ev.rs

³ Ветеринарски специјалистички институт "Зрењанин", Зрењанин, vcizr@vcizr.org.rs

⁴ Омиапацк; Нови Бечеј, Јелена Бошњак, info@omniapack.co.rs

Резиме: Само развијање СОВИТ методологије и његова практична примена у предузећу укључује, поред сагледавања података о клијенту и планирање садржаја ревизије са одабиром процеса који ће бити предмет ревизије. То представља улазне вредности за одређивање ризика и циљева контрола чији учинак треба верификовати. Имплементацијом ревизијских процедура и анализом резултата спроведених ревизијских тестова вршимо вредновање интерних контрола информационог система што омогућава да се предузеће прилагоди ризичној средини и премости јаз између пословних ризика, захтева контроле и техничких питања. Путем СОВИТ (The Control Objectives for Information and Related Technology) методологије спроведене су контроле процеса целе ИТ оперативне средине у предузећу коју чине седам процеса и то: Политика, Стандарди, Организација и менаџмент, Физичке и контроле окружења, Контроле системског софтвера, Контроле системског развоја, Контроле засноване на апликацијама.

Кључне речи: интерна контрола, ИТ контроле, ризик, вредновање информационог система, методологија СОВИТ

Abstract: COBIT methodology development and its practical application in the enterprise includes analysis of the data about the client, planning the content of audit and selection of processes which will be audited as well. This represents the input values for determination of the risk and control objectives which performance should be verified. Implementing audit procedures and analysing the results of audit tests we conducted, we can evaluate the internal control of information system which allows company to adapt to high-risk environment and span the gap between business risks, control requirements and technical issues. Process control of the entire IT operating environment of the company was conducted by COBIT methodology. It consists of seven processes: Politics, Standards, Organization and management, physical and environment controls, the control system software, control system development, control-based applications.

Keywords: Internal control, IT controls, risk, evaluation of the Information System, COBIT methodology

1. УВОД

У свом настојању да испуни поверену одговорност и оствари постављене циљеве, менаџмент покушава да постави адекватан систем интерне контроле. Успостављен оквир интерне контроле потребно је да подржи пословне процесе предузећа. Свака активност и појединачна контрола мора бити јасна у погледу задовољавања информационог потреба. Оквир СОВИТ-а пружа могућност да подаци буду ефикасни, поверљиви, интегрисани, расположи, поуздани. Контрола која обухвата политику, организационе структуре, праксе и процедуре дефинише одговорност менаџмента који кроз корпоративно и управљање информационог технологијама обезбеђује укључење сваког појединца у предузећу или компанију.

Оправданост увођења СОВИТ-а намеће логично питање који су његови доприноси и на који начин утичу на предузећа? СОВИТ доприноси потребама предузећа на следеће начине:

1. „Стварање конкретне везе између пословних захтева и циљева информационог система;
2. Организовање активности информационог система у општеприхваћеном процесном моделу;

3. Идентификовање главних ресурса информационих система;
4. Разматрање контролних циљева и менаџмента;
5. Обезбеђивање алата за менаџмент:
6. циљеве и метрике који омогућују мерење перформанси информационих система;
7. модел зрелости (развојни модел) односно модел способности који омогућавају позиционирање способности процеса;
8. модели одговорности, консултовања и информисања (РАЦИ) који разјашњавају улоге и одговорности¹.

COBIT представља интегратор различитих упутстава, стандарда и закона. Сакупља главне циљеве под један кров, а све у циљу повезаности са захтевима за управљање и пословање. Док се COSO оквир интерне контроле уопштено сматра као оквир интерне контроле за предузећа, COBIT сматрамо оквиром менаџмента и контролом за информацион систем. Пре увођења COBIT-а сваки менаџмент жели појашњења о доприносима које ова методологија пружа приликом управљања у предузећу. Доприноси примене COBIT методологије као оквир управљања информационх система је боље организовање пословних активности у предузећу и активности иформационих система, јасно разграничење својине и одговорности на основу процесне оријентације као и испуњавање COSO захтева за контролну средину информационих система.

2. КЉУЧНА ПОДРУЧЈА ВРЕДНОВАЊА ИНТЕРНИХ КОНТРОЛА ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА У ПРЕДУЗЕЋУ МЕТОДОЛОГИЈОМ COBIT

Кључне контроле су контроле које упућују на закључак да систем интерне контроле поседује способност да ефикасно оствари основне циљеве. Избором *кључних контрола* које решавају *значајне ризике* менаџмент може ефикасно да усмери своје тежње и ресурсе на контроле високе вредности. Мониторинг би требало да се фокусира управо на њих. Кључне контроле се разликују од предузећа до предузећа. Оне се разликују чак и међу функционалним областима једног предузећа. Кључне контроле могу укључити оне које представљају највероватнију тачку пропуста који се односи на значајне ризике. И друге контроле могу бити утврђене као кључне јер њихов рад може спречити пропусте других контрола или их могу открити и спречити пре него што преузму материјални облик у предузећу. Кључне контроле често имају једну или обе карактеристике:

- „Њихов пропуст може материјално да утиче на могућност остваривања организационог циља, а да не буду откривене на време од стране других контрола.
- Њихов рад може спречити пропусте других контрола или може открити те пропусте пре него што добију могућност да постану важни за циљеве пословања“².

Хијерархија на сл.16., ИТ контроле представља логични приступ “пирамиде”, на основу које разматра спровођење контрола и одређивање поља на које треба фокусирати средства ревизије током прегледања читаве ИТ оперативне средине. Различити елементи хијерархије не искључују један други, већ су сви повезани и могу се мешати.



Слика 1: ИТ контроле

¹ IT Governance Institute (2007). IT Assurance Guide: Using COBIT4.1, COBIT Control Practices, 2nd Edition, USA, стр.2.

² IT Governance Institute (2010). Monitoring Internal Control Systems and IT, USA, стр.27.

Индивидуални контролни механизми које руководилац ревизије може да очекује у предузећу могу бити дефинисани унутар хијерархије контрола информационих система, од обухватних високих политичких исказа које је издао менаџмент и одобрио управни одбор, до доле према специфичним контролним механизмима инкорпорисаним у апликационе системе.

2.1. Политика

Једино предузећа са јасно дефинисаним циљевима и одредиштима теже ка успеху. Како је технологија витална за операције већине предузећа, потребно је осмислити јасне политичке исказе у погледу свих аспеката ИТ-а које треба да одобри менаџмент, потврди управни одбор и саопшти целокупном особљу. За мања предузећа често може бити довољан један политички исказ који покрива сва битна подручја. Већа предузећа која обимније примењују ИТ захтеваће детаљнију и специфичнију политику. ИТ политички искази обухватају, али нису њима ограничени:

- Генералну политику на нивоу безбедности и приватности у целом предузећу.
- Изјаву о класификацији информација и праву приступа на сваком нивоу.
- Дефиницију власништва информација и система, као и овлашћење за стварање, промену и брисање информација.
- Генералну политику која дефинише до које мере корисници могу развијати интелигентне радне станице за стварање сопствених апликација;
- Политику кадра која дефинише и примењује услове за особље у сензитивним областима.
- Дефиниције захтева обухватног планирања пословног континуитета.

2.2. Стандарди

Стандарди подржавају захтеве политика. Намењени су дефинисању начина рада којим се остварују жељени циљеви предузећа. Њихово усвајање и примена омогућује примену нових пословних апликација или инсталирање нове мрежа. Стандарди омогућују да предузеће ефикасније одржи читаву ИТ оперативну средину. Велика предузећа са значајним ресурсима су у позицији да осмисле сопствене стандарде. Са друге стране, мања предузећа ретко имају довољно ресурса за то.

Као директива, руководилац ревизије треба да сагледа стандарде који су усвојени за:

- Процесе системског развоја – Када предузећа развију своје сопствене апликације, стандарди се примењују на процесе пројектовања, развијања, тестирања, извршавања и одржавања система и програма. Ако предузећа “извозе” развој апликације или преузимају системе од продаваца, руководилац ревизије треба да констатује да споразум захтева од добављача да примењује стандарде који су доследни организационим стандардима прихватљивим за предузеће.
- Конфигурацију системског софтвера – Због тога што системски софтвер обезбеђује опширне елементе контроле у ИТ средини, стандарди који су повезани са конфигурацијама безбедносног система, као што је CIS Benchmark из Центра за безбедност интернета, су почетак стицања свеопштег прихватања од стране водећих организација и технолошких снабдевача (провајдера). Начин на који су продукти попут оперативних система, мрежних софтвера и система управљања базама података конфигурисани, може или повећати безбедност или створити слабе тачке које се могу искористити.
- Апликативне контроле – све апликације које подржавају пословне активности морају бити контролисане. Стандарди су неопходни за све апликације које предузеће развије или набави који дефинишу врсте контрола које морају бити присутне у читавом опсегу пословних активности, као и специфичне контроле које треба применити на осетљиве процесе и информације.
- Структуре података – имати доследне дефиниције података у целом опсегу апликација обезбеђује да различити системи могу да приступе подацима без муке и да се безбедносно контроле за приватне и друге осетљиве податке могу применити равномерно.
- Документацију – стандарди треба да одреде најмањи степен документације који је потребан за сваки апликациони систем или ИТ инсталацију, као и за различите класе апликација, процеса и центара за обраду.

2.3. Организација и менаџмент

Организација и менаџмент имају важну улогу у систему ИТ контроле, као и у свим аспектима операција предузећа. Одговарајућа структура омогућава дефинисање редова извештавања и одговорности и остварење ефикасног контролног система.

2.3.1 Раздвајање дужности

Раздвајање дужности је битан елемент многих контрола. Функције покретања, ауторизације, уношења, обраде и провере података потребно је да буду раздвојене како се не би створила могућност у којој исти запослени направи грешку, пропуст или учини нерегуларност, а затим је ауторизује и/или прикрије доказ. Традиционално раздвајање дужности у ИТ средини је подељено између системског развоја и операција. Операције би требало да буду одговорне за вођење производних система – сем за имплементацију промена – и да имају мало или да немају уопште контакта са развојним процесом. Ова контрола спречава оператере да приступе или модификују производне програме, системе или податке. Са друге стране, кадар системског развоја треба да има мало контакта са производним системима.

2.3.2 Финансијске контроле

Због знатног инвестирања предузећа у ИТ контроле, а како би се осигурала оправданост на њихово увођење потребно је увести финансијске контроле. Процеси менаџмента би требало да су у могућности да сакупљају, анализирају и објављују информације везане за ове проблеме. Због недовољног планирања нови развоји ИТ-а често трпе велике трошкове.

2.3.3 Менаџмент промене

Ови процеси треба да обезбеде да су промене у ИТ средини, системском софтверу, апликационим системима и подацима примењене на начин који подстиче одговарајућу поделу дужности; да се постарају да промене делују како је то потребно; спрече да се промене експлоатишу за сврхе преваре и обелодане праве трошкове неефикасности и прекида система који се могу сакрити неефикасним процесима мониторинга и извештавања.

2.3.4 Друге контроле менаџмента

Друге типичне контроле менаџмента обухватају критички преглед процедура за ново особље, мерило перформанси, припрему специјалистичке обуке за кадар ИТ-а и дисциплинарне процедуре.

2.4. Физичке и контроле окружења

ИТ опрема представља значајну инвестицију за многа предузећа. Она се мора заштитити од случајног или намерног оштећења или губитка. Физичке и средишне контроле, првобитно развијене за велике центре података који смештени у *mainframe* (велике) рачунаре, су једнако важни у модерном свету дистрибуираних система клијент-сервер и мрежних система. Иако је опрема која се данас уопштено користи пројектована за лакшу употребу у нормалној радној средини, њена вредност за посао и цену и осетљивост апликација за процесе вођења послова може бити значајна. Сва опрема мора бити заштићена, укључујући и сервере и радне станице које омогућују особљу да приступе апликацијама. Неке типичне физичке и средишне контроле обухватају:

- смештање сервера у закључане просторије којима је приступ ограничен;
- ограничење приступа серверу на одређене особе;
- набавку опреме за откривање и гашење пожара;
- смештање осетљиве опреме, апликација и података што даље од спољних опасности, као што су *low-lying flood plains* или продавнице са запаљивим течностима.

Уколико се ради о физичкој и средишној безбедности, требало би размотрити планирање за случај непредвиђене ситуације – познато још као планирање опоравка од непогоде – које укључује реакцију на безбедоносне инциденте.

2.5. Контроле системског софтвера

Производи системског софтвера омогућују коришћење ИТ опреме од стране апликационих система и корисника. Ови производи обухватају оперативне системе као што су Windows, UNIX i Linux; мрежне и комуникацијске софтвере; *firewall* заштите; антивирусе и системе управљања базама података као што су Oracle i DB2. Системски софтвер може бити врло комплексан и може се применити на компоненте и уређаје у системским и мрежним срединама. Може бити конфигуриран да се прилагоди високо специјализованим потребама и нормално захтева висок степен специјализације за безбедно одржавање. Технике конфигурирања могу да контролишу логички приступ апликацијама, мада неки апликациони системи имају сопствене контроле приступа и могу да

обезбеде отвор за приступ хакерима у систем. Технике конфигурирања такође пружају начине за примену раздвајања дужности, генеришу трагове специјализоване ревизије и примењују контроле за интегритет података кроз контролне листе приступа, филтере и уношења активности. Неке битне техничке контроле које руководиоца ревизије треба да очекује у добро вођеној ИТ средини су:

- додељена и контролисана права приступа у складу са формулисаном политиком предузећа;
- примена расподеле дужности кроз системски софтвер и друге контроле конфигурације;
- процена напада и изложености, превенција и детекција на месту и константно праћена;
- редовно обављање тестирања на нападе;
- примена заштите где год је неопходна поверљивост;
- процеси промене менаџмента (change management processes) – укључујући и тзв. менаџмент закрпе (енгл. patch) – на месту да би се осигурали чврсто контролисани процеси за примену свих промена и закрпа на софтверима, системима, мрежним компонентама и подацима.

2.6. Контроле системског развоја

Предузећа ретко усвајају једну методологију за све пројекте системског развоја. Методологије су одабране према одређеним околностима сваког пројекта. Потребно је да ИТ ревизор процени да ли предузеће развија или захтева апликационе системе користећи контролисани метод који пружа ефикасне контроле над и унутар апликација и података које обраде или не. Сви компјутерски апликациони системи треба да обављају само оне функције које корисник захтева на одређени начин. Проучавањем процедура апликационог развоја, ревизор може да закључи да су апликације под контролом. Неке основне ствари које се тичу контроле требало би да су присутни у свим пословима око системског развоја:

- захтеве корисника би требало документовати, а њихов учинак мерити;
- дизајн система би требало да прати формалан процес ради сигурности да су сви захтеви корисника и контроле уврштени у систем;
- системским развојем би требало управљати на структуриран начин због уверења да су захтеви и црте дизајна инкорпорисани у готов производ;
- тестирање би требало да осигура да индивидуални елементи система раде по процедури, системски интерфејсови функционишу као што је предвиђено, да су корисници обухваћени у процесу тестирања и да је жељена функционалност обезбеђена;
- процеси одржавања апликација треба да обезбеде да промене у апликационим системима прате доследну шему контроле.

2.7. Апликативне контроле

Апликативне контроле представљају врсте контрола уграђених у апликацију која се користи. Једна од дефиниција апликативних контрола је да су “дизајниране тако да осигурају да су све трансакције одобрене од стране овлашћених особа, да су у потпуности тачно обрађене и меморисане, да је интегритет података у датотекама сачуван и да су имовина и са њом повезани документи и записи заштићени од физичког губитка, крађе или неовлашћене манипулације.”³Сврха постојања апликативних контрола је да осигурају тачан унос података и њихову обраду како би касније добијене информације биле прецизне и послужиле одређеној сврси. GTAG Auditing Application Controls наводе следеће врсте апликативних контрола: “контроле уноса, контроле обраде и контроле излаза”⁴.

Циљ интерних контрола над апликационим системима је да се обезбеди:

- да су сви улазни подаци прецизни, комплетни, ауторизовани и тачни;
- да су сви подаци обрађени како је предвиђено;
- да су сви ускладиштени подаци прецизни и комплетни;
- да су сви излази прецизни и комплетни;
- да се води записник о процесима кретања података од уноса до складиштења и до евентуалног излаза.

Како апликативне контроле представљају велик проценат пословних контрола требало би да буду приоритет сваком интерном ревизору. На тај начин били би способни да процене пословне контроле

³ Vincent M. O'Reilly. (1990). Montgomery's auditing, John Walley&Sons, SAD, str.344.

⁴ Bellino, C., Wells, J., Hunt, S.GTAG Auditing Application Controls. Alamonte Springs, FL:The Institute of Internal Auditors, 2007. str.1.

које обезбеђују аутоматизовани процеси. Постоји неколико врста генеричких контрола које руководиоци ревизије очекују у свакој апликацији:

- улазне контроле – ове контроле се првенствено користе за проверу интегритета података унетих у пословне апликације, било да је извор уноса директно особље, даљинско од стране пословног партнера или кроз мрежну апликацију. Унос се проверава да би се осигурало да је у оквиру одређених параметара;
- контроле обраде – ове контроле обезбеђују аутоматизована средства ради безбедности да су обраде комплетне, прецизне и ауторизоване;
- излазне контроле – ове контроле упућују на закључак шта је урађено са подацима. Требало би да пореде резултате са жељеним резултатима и провере их спрам уноса;
- контроле интегритета – ове контроле могу да надгледају податке у процесу и/или складиштењу ради сигурности да су подаци доследни и тачни;
- праћење менаџмента – омогућује менаџменту да прати трансакције од извора до коначног резултата и уназад. Ове контроле требало би да су адекватне за праћење ефикасности целокупних контрола и идентификовања грешака што је ближе могуће њиховом извору.

3. ЗАКЉУЧАК

Свако предузеће поседује сопствени стил организовања и управљања. Он се рефлектује у интерним контролама. С обзиром да контроле информационог система не могу егзистирати у изолацији већ чине део оквира читаве интерне контроле, предузеће треба да спроведе систем интерне контроле информационог система који је редовно ревидиран и да има на располагању технологију која је у стању да ради правовремено.

Контроле нису дефинисане у препознатљивом стандарду применљивом на све. Пракса управљања интерном контролом у предузећу се знатно разликује међу предузећима. Разлоге за то можда треба тражити у често недефинисаној улози информационог система у пословању предузећа. Процес одабира или израде контролног оквира треба да обухвати све позиције у предузећу са директним одговорношћу за контроле. „... оквир према којем се заснива процена менаџмента интерне контроле над финансијским извештавањем мора бити одговарајући, признат, контролни оквир којег је успоставило тело или група која је пратила процедуре процеса, укључујући дистрибуцију оквира за јавно мњење.“ То је најважнији разлог употребе COBIT методологије. Погрешне процене и одлуке, лоша пракса управљања информационог системима могу управљање предузећем изложити великим ризицима. На тај начин се може угрозити његов конкурентски положај. Предузећа која своју интерну контролу информационог система заснивају на COBIT методологији доживљавају напредак у ефикасности и поузданости свога управљања, флексибилности система и расположивости сигурносних доказа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] IT Governance Institute (2007). IT Assurance Guide: Using COBIT4.1, COBIT Control Practices, 2nd Edition, USA, стр.2.
- [2] IT Governance Institute (2010). Monitoring Internal Control Systems and IT, USA, стр.27.
- [3] Vincent M. O'Reilly. (1990). Montgomery's auditing, John Walley&Sons, SAD, стр.344.
- [4] Bellino, C., Wells, J., Hunt, S. GTAG Auditing Application Controls. Alamonte Springs, FL: The Institute of Internal Auditors, 2007. стр.1.
- [5] Alen, H.J., Dickson, R.M., Graziano, C., Kreitner, C., Lajoux, A., Ozier, W., Chair, V., Salamasick, M., Sinnett, B., Waller, K. (2006). Information Technology controls: GTAG - Global Technology Audit Guide. The Institut of Internal Auditors, Orlando., стр.19.



THE ROLE OF SOCIAL NETWORKS IN MARKETING ACTIVITIES OF COMPANIES

ZORAN NEŠIĆ¹, IVANA BULUT², MIROSLAV RADOJIČIĆ³

University of Kragujevac, Faculty of Technical Sciences, Čačak, zornes2002@yahoo.com

Faculty for Business Studies, Belgrade, Serbia, bulutivana@yahoo.com

University of Kragujevac, Faculty of Technical Sciences, Čačak, miroslav.radojicic@yahoo.com

Abstract: *This paper considers the key elements of marketing activities that can be implemented in social networks. The paper points out the great importance and expansion of modern and specific media which represent a social network, and consequently to their specific characteristics in order to implement marketing activities. This analysis leads to the conclusion that social networks have become an unavoidable part which needs to be taken into consideration in modern business. The paper illustrates the important features and characteristics of marketing activities on social networks. The emphasis of the paper deals with the the analysis and application of key marketing activities in the area of social networks.*

Keywords: *Social Networks, Marketing, Companies*

1. INTRODUCTION

Marketing activities of the company are one of the most important elements of the business in order to achieve the final results of operations, financial effects. For this purpose this aspect of business has attracted much attention, not only by the companies themselves, but also in the analysis of many authors. It can be rightly considered that marketing activity is one of the key elements in the business of each company.

On the other hand, social networks are becoming more and more dominant element of modern communications. This method of communication is experiencing a large expansion and as such inevitably must take into account the marketing activities of companies. The importance of social networks in marketing activities highlight Sharma i Baoku (2012): "Online social network is any electronic tool or application that provides information, allowing collaboration, interaction, and sharing information among users." [1]

The same authors also state the most important characteristics of this medium, identifying it as the work of a significant element in the analysis of the market trends and user needs: "The social network can be utilized as an e-marketing tool with low-cost and effective source of medium for marketers to identify market needs, customer experiences, competitive movements, and trends." [1]

In order to use social media in marketing, many authors have analyzed this issue from various perspectives:

- Development of optimal marketing strategies over social networks [2]
- Mining social networks for marketing candidates selection [3]
- Reconsidering the Marketing Strategies over Social Network [4]
- Using a facebook campaign to increase conversion rate [5]
- A value network analysis with social media marketing [6]

Indisputably, the greatest impact for the expansion of the use of social networks is a remarkable development of telecommunications and Internet technologies. Main features and benefits of using this technology can be consider primarily in the following:

- Easy access to social networks by a wide audience. In accordance with the wide availability of social networks is inevitably connected the publicity and popularity of use.
- Access to social networks by users regardless of location. This highlights the characteristics of the global nature of social networks.
- The possibility of analytical processing of large amounts of information from different aspects.
- The possibility of marketing influence of companies in this area

2. CHARACTERISTICS OF MARKETING IN SOCIAL NETWORKS

Social networks are a new type of communication that allows dynamic sharing of a wide range of information. In that sense, Assaad i Gómez (2011) state the most important elements of focusing this type of communication [7]:

- Focus on Relationship and Social Networking
- Focus on Communication:
- Focus on Information

Based on these basic elements it is possible to analyze the influence of social media on purchasing decision. These elements are primarily based on cultural, sociological and psychological factors of users, in identifying marketing objectives and making final decisions. Authors Gopalakrishnan i Subramaniam (2012) analyze a schematic process of connections of marketing elements by addressing the problem of the purchasing decision, Figure 1.

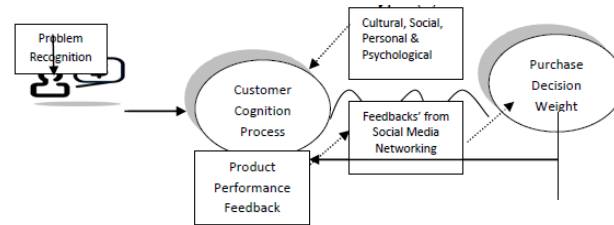


Figure 1. Influence of social media on purchasing decision [8]

The advantages of social networks express their importance in achieve the possibilities of low-budget marketing activities. Due to new and current medium of communication enables the wide publicity, trust of the audience and the possibility of intensive advertising. Bolotaeva i Cata (2011) highlight the most significant advantages of marketing activities in the use of social networks [9]:

- Brand Intelligence
- A New Marketing Channel
- Cost Saving
- Connections
- Brand Awareness
- Aggressive Advertising
- Data mining
- Public Awareness

The basic element of the social network is a community of users and connections through this medium. By defining the context of advertising through social networks, the structure of the marketing activities can be represented as follows [10]:

Content + Context + Connection + Community = Social Media Marketing

An important element that must be taken into account in marketing activities on social networks is the social impact of social groups. Forum, as the basis group of social networks, have influence to product evaluation by ranking, as well as their own experience of using this product. This achieves an indirect effect on consumers, Figure 2.

One of the most important elements that should be taken into consideration in marketing activities on social networks is unavoidable popularity and frequency of their use. Many studies have statistically analyzed information and globally separated social groups Facebook, YouTube, Twitter, Google+, LinkedIn [12]. Figure 3 presented the following distribution of dominant relation of social networks.



Figure 2. User groups allow customers to learn from other customers [11]

Social media networks are significantly different from traditional approaches to customer relationships. The most important characteristics which in this respect may be noted, are [14]:

1. A large number of people without paying large advertising fees.
2. The use of blogs and social and business networking sites

3. Social media complements other marketing strategies
4. Participating in relevant forums and responding to questions.
5. Information such as user profile data, which can be used to target a specific set of users for advertising.

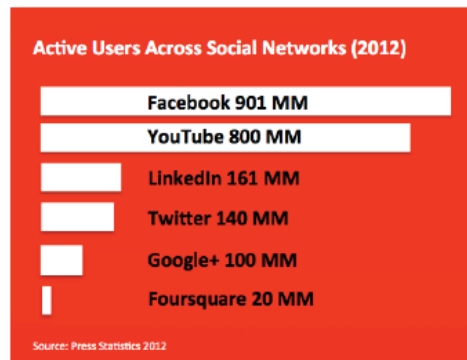


Figure 3. Active Users Across Social Networks [13]

The phenomenon of social networks can be observed and analyzed from different perspectives. However, the most important guidelines can be summarized in the following [15]:

- Social media is popular
- Social media sites are free
- Social media reaches all ages and demographics
- Social media users are active
- Social media encourages two-way communication.
- Social media is perfect for customer service
- Social media is everywhere, etc.

3. POSSIBILITIES OF APPLICATION OF MARKETING ACTIVITIES IN SOCIAL NETWORKS

Based on the above considerations it can be concluded that social networks are extremely prevalent and powerful medium for the placement of various forms of marketing activities. Strategy for implementation of marketing activities on social networks authors discuss with a various aspects.

Faletski i Sherrett (2012) [16] emphasize the importance of marketing communications in a given period of time, summary and message clarity, and its urgency (importance). Some of the most important marketing activities within social networks highlight numerous authors, including as unavoidable [17]

- Definition of goals and objectives
- Finding audiences
- Developing tactics
- Getting in touch
- Measurement

By considering segments of planning, executing and measurement of marketing campaigns in social networks has been formed a model that involves five key steps, Figure 4.



Figure 4. Key elements of marketing campaigns on social networks [18]

In the study in aim of forming the optimal marketing strategies in social networks, Hartline et al. state that [19] "a buyer's decision to buy an item is influenced by the set of other buyers that own the item and the price at which the item is offered." The results indicate a dramatic increase in customers who have accepted the optimal fixed price sales, Figure 5.

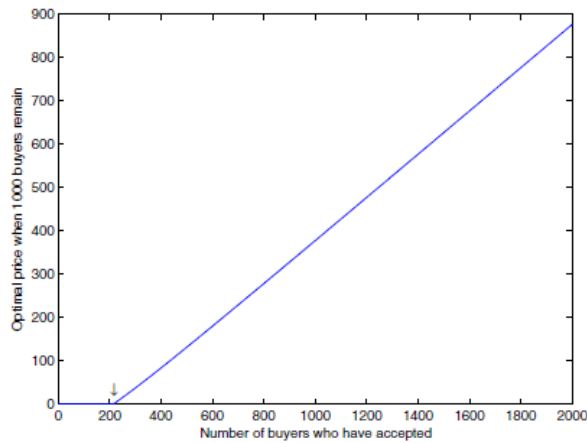


Figure 5. The optimal price for additive influence function [19]

By analyzing marketing strategies on social networks are significantly separated the following basic steps [20]:

- Identify objectives.
- Define target market.
- Listen and monitor existing conversations.
- Determine which social tools and tactics to use.
- Integrate social media throughout the event registration process.
- Set goals.

Based on the analysis and approaches of a large number of authors, in the application of marketing activities in social networks can be concluded some general guidelines. They can be considered as a general and unavoidable concepts in their implementation. Examples of the application of marketing activities in social media clearly indicate this conclusion, with some of the most important following determinants [21]:

- Determine Goals and Objectives
- Research
- Create Contacts
- Join the Conversation to Develop Relationships
- Strengthen Relationships
- Measure Results
- Analyze, Adapt, and Improve ...

4. CONCLUSION

The emphasis of discussion in this paper is an analysis of a contemporary medium that is experiencing a remarkable expansion, the social media networks. Actuality of this issue, due to the very high popularity and development, raises the question of applications relative to marketing activities. The importance of the subject has been recognized by many authors that illuminate this issue from different aspects.

The paper describes the key features of marketing activities in social networks. In addition, consideration relate to the most important elements of the implementation strategy of marketing activities in this segment.

Based on the different approaches to the analysis of the considered issues, it can be concluded that social networks are an indispensable element, which needs to be taken into consideration in modern business. The paper emphasizes the different concepts of many authors in terms of subject in the field of marketing activity in social networks.

Based on overall consideration can be realized a common general guidelines in their implementation. It is undeniable that the most important directions in implementation of marketing activities, which are emphasized in this paper, still are unavoidable elements of modern business. Trend of the great expansion of social networks points to their increasing importance in the future.

Acknowledgement

Research presented in this paper was supported by Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia, Grant III-44010, Title: Intelligent Systems for Software Product Development and Business Support based on Models

REFERENCES

- [1] G. Sharma, L. Baoku, E-Marketing on Online Social Networks and Ethical Issues, International Journal of Online Marketing, Volume 2 Issue 4, IGI Publishing Hershey, PA, USA, 2012, 1-14.
- [2] J. Hartline, V. Mirrokni, M. Sundararajan, Optimal marketing strategies over social networks, Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web, WWW '08, ACM New York, NY, USA 2008. 189-198.
- [3] H. Ma, H. Yang, M. R. Lyu, I. King, Mining social networks using heat diffusion processes for marketing candidates selection, Proceedings of the 17th ACM conference on Information and knowledge management CIKM '08, ACM New York, NY, USA 2008, Pp. 233-242.
- [4] J. G. Pan, Y. F. Lin, Reconsidering the Marketing Strategies over Social Network - On the Perspective of Network Topology, Proceedings of the 2011 International Joint Conference on Service Sciences IJCSS '11, IEEE Computer Society Washington, DC, USA 2011, Pp. 155-157.
- [5] A. Fagerström, Gh. Ghine, Co-creation of value through social network marketing: a field experiment using a facebook campaign to increase conversion rate, Proceedings of the 1st international conference on Human interface and the management of information: interacting with information HCII'11-Volume Part II, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2011, Pp. 229-235.
- [6] M. Oinonen, A. Jalkala, J. Salo, Combining RFID technology with social media marketing - a value network analysis, International Journal of Business Information Systems, Volume 11 Issue 4, Inderscience Publishers, Geneva, SWITZERLAND, November 2012, Pp. 426-441.
- [7] W. Assaad, J. Marx Gómez, Social Network in marketing (Social Media Marketing) Opportunities and Risks, International Journal of Managing Public Sector Information and Communication Technologies (IJMPICT), 2(1), 2011, 13-22. <http://airccse.org/journal/mpict/papers/0911ijmpict02.pdf>
- [8] T. R. G. Nair, K. Subramaniam, Transformation of Traditional Marketing Communications in to Paradigms of Social Media Networking, Asia-Pacific Business Research Conference, 13th -14th February 2012, Kuala Lumpur, Malaysia, <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1206/1206.0425.pdf>
- [9] V. Bolotaeva, T. Cata, Marketing Opportunities with Social Networks, Journal of Internet Social Networking and Virtual Communities, Vol. 2011 (2011), Article ID 409860, 8 pages <http://www.ibimapublishing.com/journals/JISNVC/2011/409860/409860.pdf>
- [10] J. Jantsch, Let's Talk Social Media for Small Business, <http://www.ducttapemarketing.com/socialmediaforbusiness.pdf>
- [11] E. Kline, B2B Social Media Marketing Social's Means Business, Tuck School of Business at Dartmouth, May 2011 <http://digitalstrategies.tuck.dartmouth.edu/assets/images/B2BSocialMedia.pdf>
- [12] Internet Trends 2013: Social Media, Sharing And Twitter As A Learning Tool [STUDY] http://www.mediabistro.com/alltwitter/internet-trends-2013_b43847
- [13] Why social marketing will deliver a positive roi for your brand http://lp.wildfireapp.com/rs/wildfire/images/wp_roi_f.pdf
- [14] Social Media Marketing, http://www.ontariocanada.com/ontcan/1medt/smallbiz/sb_downloads/ebiz_social_media_marketing_en.pdf
- [15] Why Social Media Marketing? 10 ways social media can help grow your business <http://img.constantcontact.com/docs/pdf/why-social-media-marketing.pdf>
- [16] I. Faletski, J. Sherrett, 14 Essential Tactics for Mobile: Email, Search and Social Media Marketing, Mobify Research and Development, 2012, http://www.mobify.com/static/img/2012/04/14-mobile-marketing-tactics.pdf?utm_source=page&utm_medium=go&utm_campaign=14essentials-ebook
- [17] G. Went, Developing a social media strategy, Red Cube Marketing, http://gallery.mailchimp.com/c5ab815d4ba94afbe58ad49c9/files/Developing_a_SM_Strategy_by_Red_Cube_Marketing.1.pdf
- [18] EPiServer, Easy Social Media Marketing Campaigning How to plan, execute and measure in a fragmented world, <http://www.episerver.com/PageFiles/17085/EasySocialMedia.pdf>
- [19] J. Hartline, V. S. Mirrokni, M. Sundararajan, Optimal Marketing Strategies over Social Networks, Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web WWW '08, 189-198, ACM New York, NY, USA 2008 <http://www.wwwconference.org/www2008/papers/pdf/p189-hartline.pdf>
- [20] Event Marketing 2.0 How to Boost Attendance Through Social Mediaan, <http://www.cvent.com/en/pdf/social-media-event-marketing-ebook.pdf>
- [21] 7 Steps to a Successful Social Media Strategy, http://www.marketwire.com/getattachment/knowledge_Sharing/White_Papers/7_Steps_to_a_Successful_Social_Media_Strategy/Website_WhitePaper_7StepsToSuccessfulSMStrategy.pdf



PREGLED I KLASIFIKACIJA ISTRAŽIVAČKIH PRISTUPA U PREPOZNAVANJU OSOBA NA OSNOVU HODA

SURVEY OF RESEARCH APPROACHES IN HUMAN GAIT RECOGNITION

MILOŠ MILOVANOVIĆ¹, MIROSLAV MINOVIĆ², DUŠAN STARČEVIĆ³

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, milos.milovanovic@fon.bg.ac.rs

² Fakultet organizacionih nauka, Beograd, miroslav.minovic@fon.bg.ac.rs

³ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, dusan.starcevic@fon.bg.ac.rs

Rezime: *Intenzivan razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija otvorio je vrata primeni biometrijskih tehnologija u menadžmentu identiteta. Biometrijski modalitet koji ima veliki potencijal za primenu u praksi je ljudski hod. Njega odlikuju neinvazivnost i neintruzivnost. Ovakve osobine posebno pogoduju primeni u uslovima tehnologije prismothe. Zahvaljujući tome, ovaj biometrijski modalitet tokom prethodnih godina izaziva veliko interesovanje akademske zajednice. Ovo interesovanje rezultiralo je razvojem velikog broja pristupa za prepoznavanje osoba na osnovu hoda. Ovaj rad nudi pregled i klasifikaciju osnovnih istraživačkih pristupa u ovoj oblasti.*

Cljučne reči: *Biometrija, Prepoznavanje na osnovu hoda.*

Abstract: *Intense progress of information and communications technology enabled application of biometric technology in identity management. Human gait, as a biometric modality, has great potential for practical application. This is due to its noninvasive and nonintrusive nature. Surveillance technology is especially fertile ground for recognition based on human gait. These facts caused spike in academic interest for this biometric modality. This in turn resulted in development of large number of different approaches to human gait recognition. This paper*

Keywords: *Biometrics, Human gait recognition.*

1. UVOD

Za našu sadašnjicu možemo reći da je doba tehnologija prismothe. U razvijenim zemljama, većina javnih površina pokrivena je nekim oblikom prismothe, najčešće video kamerama. Ljudi su konstantno izloženi snimanju, dok se kreću kroz supermarkete, prolaze kroz aerodromske terminale, prilaze bankomatima pa čak i dok neobavezno šetaju ulicama određenih gradova.

Upravo iz pomenutih razloga može se primetiti značajan rast popularnosti neintruzivnih biometrijskih tehnologija. Neintruzivne biometrijske tehnologije se odnose na utvrđivanje nečijeg identiteta na transparentan način, bez ometanja legitimnih korisničkih aktivnosti (Rodwell, Furnell, & Reynolds, 2007). Ovakva tehnologija najsljednija je načinu na koji čovek prepoznaje druge osobe. U ljudsko iskustvo je ugrađeno da druge osobe prepoznaje na osnovu njihovog lica, ukoliko su blizu, ili na osnovu njegovih pokreta, hoda, ukoliko su (Cutting & Kozlowski, 1977). Pre svega mora se jasno odrediti šta predstavlja ljudski hod (eng. Gait) kao pojam istraživanja. Postoje razni pokreti koje čovek pravi tokom svakodnevnih aktivnosti. Ono što je glavna odlika gait-a jeste cikličnost. Čovek koji baca neki predmet ili skače u vis čini karakteristične pokrete, ali te pokrete ne odlikuje cikličnost. Za razliku od ovog slučaja, hod, trčanje i penjanje uz stepenice poseduju cikličnost i pripadaju nečemu što se u literaturi označava kao gait. Samim tim, prepoznavanje na osnovu gait-a se može definisati kao: "Prepoznavanje nekih važnih karakteristika, identiteta, stila hoda ili patologije na osnovu koordinisanih, cikličnih pokreta koji rezultuju ljudskom lokomocijom" (Boyd & Little, 2005).

Čovekov hod poseduje određene prednosti u odnosu na druge biometrijske modalitete. Pre svega mora se istaći da za razliku od drugih modaliteta za akviziciju hoda senzor se može postaviti na značajno veću udaljenost. Ljudski hod je specifičan, i informacije se dobijaju na osnovu pokreta pre svega čovekovih ekstremiteta ali i pokreti torzoa i glave se često uzimaju u obzir. Upravo ta specifičnost omogućuje da se ne moraju koristiti snimci koji sadrže dosta detalja, pre svega snimci visoke rezolucije (Nixon & John, 2004).

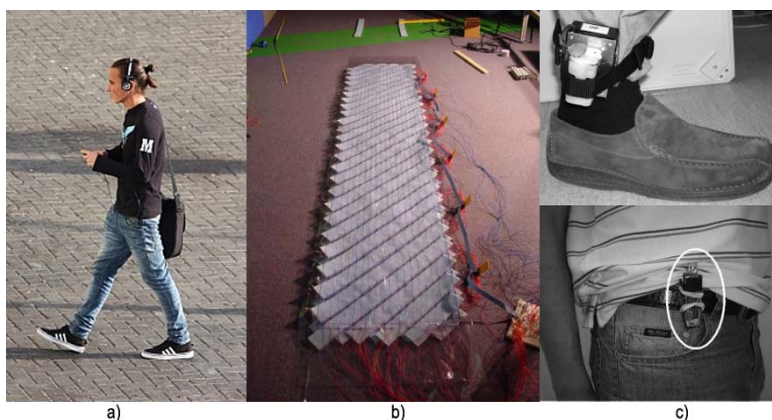
Ukoliko to uporedimo sa snimkom čovekovog lica, u tom slučaju je potrebno da kamera bude znatno bolje rezolucije, obzirom da mnogi algoritmi zahtevaju da se jasno identifikuju oči, usta i ostali regioni koji zavise od kvaliteta snimka mogu biti komplikovani za detekciju. Kamera za snimanje čovekovog hoda može se postaviti i na 10 i više metara udaljenosti. Ovo značajno olakšava praćenje i omogućuje da se više subjekata prati istovremeno obzirom da mogu stati u kadar kamere. Što je blizina između kamere i subjekta koji se snima veća, on zauzima više mesta u kadru i time smanjuje prostor za druge subjekte. Još jedna vrlo važna prednost ovog modaliteta je što je neintruzivan i neinvazivan. Iako ova dva pojma zvuče veoma slično i deluju kao sinonimi postoje suptilne razlike. Neintruzivnost podrazumeva da nije neophodna kooperacija subjekta za proces snimanja i nije potrebna njegova saglasnost. Naravno uvek se moraju uzeti u obzir pravne posledice snimanja čoveka bez njegovog pristanka. Sa druge strane neinvazivnost podrazumeva da nije potrebno da zahtevamo od subjekta da se ponaša na neki poseban način ili da izvodi neke posebne pokrete. Primer vrlo invazivne tehnologije je snimanje mrežnjače oka gde je potrebno da subjekt približi oko neposredno do skenera da bi se napravio odgovarajući snimak.

Ovaj rad nudi pregled osnovnih grupa istraživačkih pristupa problemu prepoznavanja osoba na osnovu hoda. U narednom poglavlju dat je pregled pristupa na osnovu akvizicije. U poglavlju 3 dat je pregled pristupa koji se oslanjaju na računarsku viziju. Na samom kraju dat je zaključak.

2. KLASIFIKACIJA PRISTUPA IDENTIFIKACIJI NA OSNOVU HODA

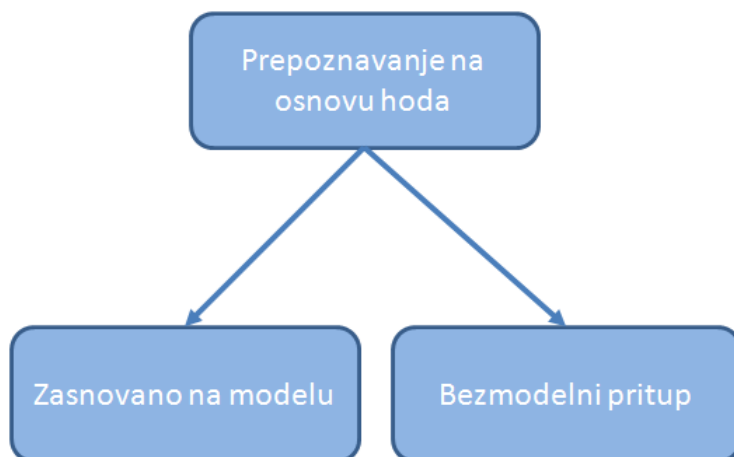
Prve studije koje su uvele ideju da se osoba može prepoznati na osnovu hoda bile su iz oblasti psihologije. Ovo je logična činjenica kada se uzme u obzir da je jedino čovek bio sposoban da prepozna druge ljude na osnovu hoda. Prirodan korak je bio da se pokuša utvrditi koje čovek kriterijume koristi pri prepoznavanju. Obzirom da se takve informacije nisu mogle dobiti od ljudi jer je ceo proces vrlo teško objasniti, vršeni su različiti eksperimenti koji su trebali da pruže više informacija o tom fenomenu. Jedan zanimljiv pristup je bio da se na osobu strateški postave sjajni markeri koji će vizuelno predstaviti ljudski hod. Markeri su postavljeni obradom video snimka i ucrtavanjem na odgovarajuća mesta na osobi. U svakom slučaju ključ je bio da se slika osobe u potpunosti ukloni i da kao reprezent ostanu samo markeri koji označavaju određene delove tela (Johansson, 1973). Takva predstava čovekovog hoda je potom prikazivana grupi ispitanika. Pokazalo se da kada ispitanici gledaju statične tačke nisu u stanju da povežu to sa ljudskim oblikom dok čim tačke počnu da se kreću momentalno uspevaju da detektuju da je u pitanju čovekov hod. Jedan od zaključaka ove studije je da se sa samo 10 tačaka može uspešno predstaviti čovekov hod.

Dalji napredak istraživanja u oblasti prepoznavanja hoda odredio je način akvizicije podataka potrebnih za prepoznavanje. Način na koji se vrši akvizicija podataka potrebnih za prepoznavanje na osnovu hoda predstavlja dosta dobar kriterijum za klasifikaciju (Gafurov, 2007). Takva klasifikacija podrazumeva podelu na sisteme koji vrše akviziciju uz pomoć **računarske vizije, podnih senzora i nosivih senzora**. Prva grupa sistema pokriva sve sisteme koji koriste neku vrstu video kamere za snimanje čovekovog hoda (Slika 1a). Ova grupa predstavlja najstariji pristup ali ujedno i najpopularniji. Na tome se može zahvaliti pristupačnosti i neintruzivnosti metode. Druga grupa podrazumeva korišćenje specifičnih senzora pritiska koji se postavljaju u pod po kome subjekt hoda (Slika 1b). Na osnovu brzine, tempa i snage pritiska čovekovih nogu vrši se identifikacija. Poslednja grupa za akviziciju koristi različite grupe nosivih senzora od kojih su najpopularniji sistemi zasnovani na tehnologiji akceleratorometra (Slika 1c). Najčešće se postavljaju na čovekov struk ili noge.



Slika 1: Snimak kamere za prismostru, pristup računarske vizije a); senzorska strunjača, pristup podnih senzora b); akceleratorometarski senzori, pristup nosivih senzora c)

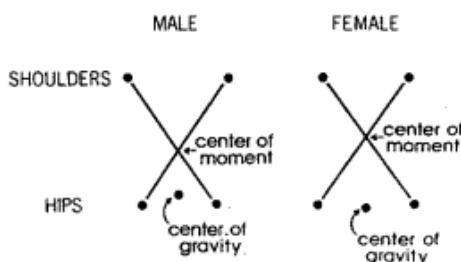
Rane studije su pokrenule brojna pitanja o tome kako čovek poima ljudski hod. Obzirom da su u njima korišćene samo tačke kao reprezentanti određenih mesta na telu postavlja se pitanje kako čovek koji to posmatra zaključi da je u pitanju čovekov hod? Da li možda čovek poveže tačke u svojoj glavi i onda oko toga izgradi figuru da bi ona odgovarala njegovom iskustvenom shvatanju čovekovog hoda? Takođe postoji i mogućnost da čovekova figura nije ključna i da se utisak o hodu stiče pre svega iz pokreta i pritom je sve jedno da li je predstavljen preko tačkaka ili postoji realna figura čoveka kako hoda. Upravo iz ovoga potiču dva osnovna pravca u istraživanju prepoznavanja na osnovu hoda: zasnovan na modelu ili bezmodelni pristup (Slika 2). Ova podela se koristi pre svega za pristupe koji se zasnivaju na računarskoj viziji.



Slika 2: Klasifikacija pristupa u prepoznavanju na osnovu hoda u računarskoj viziji

3. PRISTUPI ZASNOVANI NA RAČUNARSKOJ VIZIJI

Dva osnovna pravca u istraživanju prepoznavanja na osnovu hoda u računarskoj viziji zavise pre svega od činjenice da li se koristi anatomski model čovek ili se podaci posmatraju nezavisno. Suštinska razlika između ova dva pristupa nastala je kao posledica dva pravca istraživanja. Jedan je išao u pravcu toga da pre svega proučava čoveka i njegove karakteristike i time ustanovi kakav je uticaj tih faktora na pokret. Samim tim dobio bi se način da se čovek identifikuje koristeći te karakteristike. U početku fokus je bio na specifičnim karakteristikama ljudskog tela (Cutting, Proffitt, & Kozlowski, 1978), kao što su odnosi delova tela, odstojanje od kukova do ramena, procenat uvijanja torzoa... Iskorak je napravljen pre svega u oblasti fizike gde je ljudsko telo modelovano na poseban način tako što su udovi posmatrani kao matematičko klatno dok je torzo posmatran kao opruga. Model se pokazao kao prilično uspešan i prema studiji je uticao čak na $\frac{3}{4}$ varijabilnosti u hodu. Posebna pažnja je posvećena korišćenju odnosa na telu da bi se utvrdio pol subjekta (Cutting & Proffitt, 1981). Autori su prvenstveno uzeli odnos između različitih delova tela na svim subjektima i utvrdili da kod muškaraca postoji proporcionalno veća širina ramena dok kod žena postoji proporcionalno veća širina kukova. Problem je bio jer su snimci hoda subjekata uzimani pogledom sa strane pa nisu mogli da primene algoritam na kreiranoj bazi jer nije bilo načina da se ove dve mere izračunaju i uzmu u obzir. Na osnovu odnosa širine ramena i širine karlice, autori su uspeli da dođu do dve kritične tačke na čovekovom telu. Te tačke su gravitacioni centar i centar momenta (Slika 3).



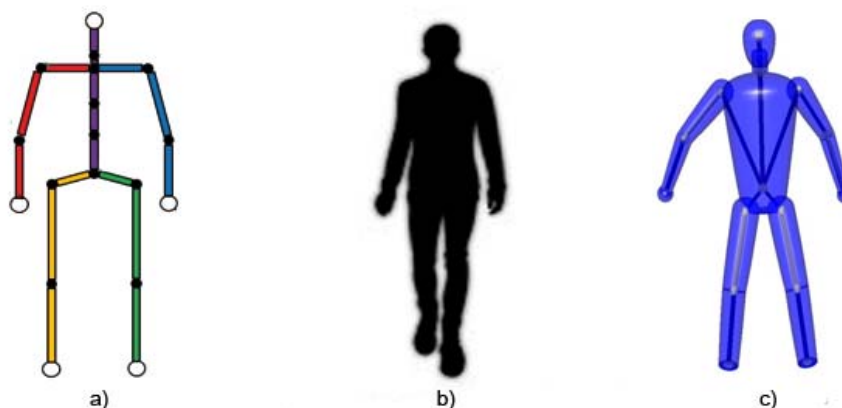
Slika 3: Utvrđeni centar momenta i centar gravitacije prema (Cutting & Proffitt, 1981)

Centar momenta predstavlja invarijantnu tačku na ljudskom telu oko koje se ostatak tela pokreće. Centar gravitacije ili centar mase se nalazi niže i zavisi od distribucije mase. Na osnovu kretanja oko centra momenta autori su uspeli da sintetišu hod koji je odgovarao originalu u odnosu od 80%. Grafička

reprezentacija na osnovu programa objavljenog u (Cutting, 1978) je pokazala konzistentnost sa rezultatima dobijenim sa ljudskim subjektima.

Sa druge strane, bilo je pokušaja da se dokaže da ljudi ne dobijaju strukturne informacije kada posmatraju svetlosne markere. Ovo bi trebalo da dokaže da ljudi ne formiraju sliku osobe kada posmatraju pokrete markera već da je sam pokret dovoljan (Boyd & Little, 1998). Tvrdnja je zasnovana na činjenici da je frekvencija svih pokretnih tačaka na telu ista te samim tim raspored markera nije bitan. Uprkos tome, kada se izvrne redosled, testovi pokazuju da nije moguće povezati pokrete sa ljudskim.

Jedna pregledna studija (Aggarwal & Cai, 1999) predlaže dodatni način klasifikacije koji se zasniva na karakteristikama ljudskog tela koje se koriste u analizi pokreta. Delom se zasniva na načinu akvizicije ljudskog pokreta a delom na procesiranju koje se radi pre algoritama analize. Ta klasifikacija podrazumeva tri pristupa (Slika 4): korišćenje „štapne figure“, korišćenje **2D konture**, korišćenje **volumetričkog modela**.



Slika 4: a) štapna figura dobijena iz ključnih tačaka, b) 2D konture osobe i c) volumetrički model

Korišćenje **štapne figure** (eng. stick figure) je nastalo od ideje da se markerima označavaju ključne tačke na ljudskom telu i da se one koriste u analizi hoda. Povezivanjem ključnih tačaka se dobija tzv. štapna figura koja izgleda kao figura čoveka napravljena uz pomoć šibica. Zavisno od pristupa koriste se različiti aspekti štapne figure. Najčešće su bitne samo ključne tačke između kojih se nalazi veza u prostoru i vremenu i time se pokušava prepoznavanje. Sa druge strane mogu se koristiti i drugi faktori kao što su rastojanja između ključnih tačaka koje čine duži na figuri. U suštini, razdaljine između tačaka predstavljaju nešto što se može nazvati mekom biometrijom (eng. soft biometrics) koja nosi određene informacije o individui, ali sa nedovoljno jedinstvenosti i trajnosti da u potpunosti razdvoji neke dve osobe (Jain, Dass, & Nandaku, 2004). Ova vrsta biometrije se koristi kod različitih biometrijskih modaliteta, a kada je hod u pitanju, uticaj meke biometrije je još značajniji. Primeri meke biometrije mogu biti visina, težina, pol, boja očiju pa čak i godine. Obzirom da se čovekova figura koristi u prepoznavanju hoda to sa sobom povlači dosta meke biometrije koja se indirektno uključuje u algoritme prepoznavanja. Čak iako se ne koristi na primer odstojanje između dve tačke koje predstavlja neki deo tela kao što je nadlaktica, samim tim što imamo početne vrednosti tih tačaka u koordinatnom sistemu indirektno imamo zabeleženu visinu ramena i lakta od poda i time je uključena meka biometrija u izvesnoj meri. Pristup štapne figure je do sada u istraživanjima zahtevao laboratorijske uslove. Najčešće se figura osobe formirala tako što bi se na osobu postavili markeri na ključne tačke i potom bi određeni algoritam preprocesiranja dobio iz video snimka koordinate tih tačaka u referentnom prostoru. Ovakav pristup je vrlo teško replicirati u realnim uslovima video prismotre. Da bi se uspešno detektovale ključne tačke na čovekovom telu bez postavljanja markera potrebni su vrlo složeni algoritmi koji zahtevaju dosta procesne obrade i relativno dobri uslovi akvizicije. Za sada je predložen interesantan pristup da se štapna figura ekstrahuje kombinacijom statističkog pristupa i topološke analize a zasnovano na anatomskom modelu (Yoo & Nixon, 2011). Iako takav pristup pokazuje potencijal i dalje zahteva laboratorijske uslove. Konkretno, autori koriste zeleni hodnik da bi dobili što bolju ekstrakciju figure dok pritom procedura ostaje procesorski veoma zahtevna. Štapna figura se može formirati od različitih ključnih tačaka. Neki pristupi uzimaju u obzir celu figuru, dok neki izoluju samo delove tela sa kog koriste ključne tačke kao što su donji ekstremiteti (Santoso Lie, et al., 2005) ili kombinacija gornjih i donjih eksteremiteta (Kim, Pradhan, & Prabhakaran, 2009). Kod pristupa sa štapnom figurom postoji značajan uticaj ugla snimanja. Zavisno od toga gde je postavljena kamera može doći do prikrivanja ključnih tačaka prilikom hoda tako što bivaju zaklonjene nekim drugim delom tela (Lee, Belkhatir, & Sanei, 2009). Ovaj problem se naziva okluzija i predstavlja posebnu oblast od interesa u biometriji hoda.

Pristup koji se zasniva na **2D konturama** osobe je verovatno najpopularniji u oblasti analize ljudskog hoda. Zavisno od toga da li se koristi modelni ili bezmodelni pristup 2D konture mogu biti zasnovane na čovekovoј figuri ili na nekoј apstraktnoј predstavi čovekovog hoda. Zasniva se na ekstrakciji ivica čovekove figure prilikom hoda i time se dobijaju 2D konture osobe. Tako dobijene konture se kasnije na veliki broj različitih načina koriste za prepoznavanje osobe. Formiranje 2D konture se najčešće radi segmentacijom ljudske figure iz pozadine slike. Rezultujuća slika se naziva silueta. Ukoliko kamera nije uperena u subjekat pod normalnim uglom javlja se problem pomeranja ljudske figure kroz prostor u određenom vremenu. Svakim narednim frejmom figura čoveka se pomera u prostoru. U tom slučaju se nalazi neka karakteristična tačka ljudske figure, najčešće centroid (Wang, Tieniu, Ning, & Weiming, 2003) koji predstavlja presek različitih odstojanja na ljudskom telu, prema kome se slike slažu jedna na drugu. Alternativni pristup je korišćenje mehaničke trake za trčanje koja omogućuje da figura osobe uvek bude poravnata sa pravcem snimanja uređaja (Tsuji, Makihara, & Yagi, 2010).

Volumetrički model se zasniva na ideji da se čovekova figura može sintetički izgraditi u 3D model korišćenjem geometrijskih tela kao gradivnih elemenata. Najpoznatiji je cilindrični model (Hogg, 1983; Marr & Nishihara, 1978) gde je ljudsko telo predstavljeno cilindrima koje određuju dužine segmenata tela i položaji osa koje određuju cilindrične segmente. Početak koordinatnog sistema je u centru momenta definisanom ranijim istraživanjem (Cutting & Proffitt, 1981) (Slika 4c). Da bi se dobio adekvatan volumetrički model najčešće se koristi kombinacija štapne figure, 2D kontura i dodatnih informacija dobijenih uz pomoć više kamera koje snimaju iz različitih uglova. Može se tvrditi da ovaj model predstavlja jedinstveni hibridni pristup.

4. ZAKLJUČAK

Ljudski hod je najizučavanija biometrijska karakteristika koja se zasniva na motornim sposobnostima ljudskog tela. Izučava se u mnogim oblastima počev od medicine, preko robotike i računarskih nauka. Posebno interesovanje se javlja baš u medicinskim naukama jer se koristi pre svega u pronalaženju načina da se nadomesti neki invaliditet i takođe u razvoju protetičkih naprava. Samo prepoznavanje na osnovu hoda je relativno mlada disciplina ali vrlo interesantna. Podrazumeva korišćenje video kamere ili nekih senzora koji se mogu postaviti na telo kojima se beleži ljudski hod i potom se dobijeni snimci koriste za kreiranje jedinstvenog obrasca hoda. Uspešnost biometrijskih sistema koji se zasnivaju na hodu je obećavajuća i pruža dobru osnovu za dalja istraživanja i unapređenja.

Oblast prepoznavanja na osnovu hoda zavisi od velikog broja faktora. Ti faktori utiču na celokupan proces izgradnje nekog sistema za prepoznavanje na osnovu hoda. Počevši od izbora senzora, preko pristupa analizi ljudskog tela, potom da li će se uzimati modelni ili bezmodelni pristup. Osim toga na svaku od ovih odluka veoma utiče ugao snimanja osobe. Pogledom spređa izražen je problem luminga, tj. pojave da nam objekti kako prilaze deluju sve veći. Sa druge strane pogled sa strane prouzrokuje dosta više blokiranja delova tela, okluzije od frontalnog pogleda, obzirom da se noga ili ruka subjekta tokom hoda konstantno pokrivaju drugom nogom ili telom. Veoma važan faktor je i brzina kretanja osobe. Obzirom da promena brzine kretanja veoma utiče na algoritme koji su zavisni od vremenske dimenzije ovaj problem postaje veoma značajan. Takođe važan faktor može predstavljati odeća ili neki modni detalji koji se nose u ruci. Dugački kaputi mogu pokriti segmente nogu dok široka odeća utiče na izražajnost gornjih ekstremiteta.

Obzirom da postoji puno faktora koji se mogu koristiti kao osnova za klasifikaciju, pregled oblasti mora da posveti izvesnu pažnju svakom od njih.

LITERATURA

- [1] Aggarwal, J. K., & Cai, Q. (1999). Human motion analysis: a review. *Computer Vision and Image Understanding (CVIU)*, 73(3), 428–440.
- [2] Boyd, J. E., & Little, J. J. (1998). Shape of Motion and the Perception of Human Gaits. 1998 IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Santa Barbara, CA: IEEE Computer Society.
- [3] Boyd, J. E., & Little, J. J. (2005). Biometric Gait Recognition. In M. Tistarelli, J. Bigun, & E. Grosso, *Advanced Studies in Biometrics* (pp. 15-26). Berlin: Springer Berlin / Heidelberg.
- [4] Cutting, J. E. (1978). A program to generate synthetic walkers as dynamic point-light displays. *Behaviour Research*, 10(1), 191-94.
- [5] Cutting, J. E., & Kozlowski, L. T. (1977). Recognizing Friends By Their Walk: Gait Perception Without Familiarity Cues. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 9, 353-356.

- [6] Cutting, J. E., & Proffitt, D. R. (1981). Gait Perception as an example of how we may perceive events. In R. W. Pick, *Intersensory Perception and Sensory Integration* (pp. 249-273). New York and London: Plenum.
- [7] Cutting, J. E., Proffitt, D. R., & Kozlowski, L. T. (1978). A Biomechanical Invariant for Gait Perception. *J. Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4(3), 353-372.
- [8] Gafurov, D. (2007). A Survey of Biometric Gait Recognition: Approaches, Security and Challenges. *Norwegian Symposium on Informatics 2007 (NIK 2007)* (pp. 119-132). Oslo, Norway: Curran Associates, Inc.
- [9] Hogg, D. (1983). Model based vision: a program to see a walking person. *Image and Vision Computing*, 1(1), 5-20.
- [10] Jain, A. K., Dass, S. C., & Nandaku, K. (2004). Soft Biometric Traits for Personal Recognition Systems. *Proceedings of International Conference on Biometric Authentication. LNCS 3072*, pp. 731-738. Hong Kong: Springer Verlag.
- [11] Johansson, G. (1973). Visual Perception of Biological Motion and a Model for its Analysis. *Perception & Psychophysics*, 14(2), 201-211.
- [12] Kim, D.-J., Pradhan, G., & Prabhakaran, B. (2009). Analyzing coordination of upper and lower extremities in human gait. *Proceedings of the Fourth International Conference on Body Area Networks (BodyNets '09)* (pp. Article 3 , 7 pages). Brussels, Belgium: ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering).
- [13] Lee, T. K., Belkhatir, M., & Sanei, S. (2009). On the Compensation for the Effects of Occlusion in Fronto-normal Gait Signal Processing. *Proceedings of the 2009 11th IEEE International Symposium on Multimedia (ISM '09)* (pp. 165-170). San Diego, California, USA: IEEE Computer Society, Washington, DC, USA.
- [14] Marr, D., & Nishihara, K. (1978). Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 200, 269-294.
- [15] Nixon, M. S., & John, C. N. (2004). Advances in automatic gait recognition. *Sixth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition* (pp. 139-144). Southampton, UK: IEEE Computer Society Washington, DC.
- [16] Rodwell, P. M., Furnell, S., & Reynolds, P. (2007). A non-intrusive biometric authentication mechanism utilising physiological characteristics of the human head. *Computers & Security*, 26(7-8), 468-478.
- [17] Santoso Lie, A., Shimomoto, R., Sakaguchi, S., Ishimura, T., Enokida, S., Wada, T., & Ejima, T. (2005). Gait recognition using spectral features of foot motion. In T. Kanade, A. Jain, & K. N. Ratha (Ed.), *Proceedings of the 5th international conference on Audio- and Video-Based Biometric Person Authentication (AVBPA'05)* (pp. 767-776). Rye Brook, NY, USA: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [18] Tsuji, A., Makihara, Y., & Yagi, Y. (2010). Silhouette Transformation based on Walking Speed for Gait Identification. *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 717-722). San Francisco, CA: IEEE Society, Washington, D.C.
- [19] Wang, L., Tieniu, T., Ning, H., & Weiming, H. (2003). Silhouette Analysis-Based Gait Recognition for Human Identification. *IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence*, 25(12), 1505-1518.
- [20] Yoo, J.-H., & Nixon, M. S. (2011). Automated Markerless Analysis of Human Gait Motion for Recognition and Classification. *ETRI Journal*, 33(2), 259-266.



INTEGRALNI LOGISTIČKI INFORMACIONI SISTEM-CALS

INTEGRATED LOGISTIC INFORMATIONAL SYSTEM-CALS

MILAN MR MILIĆEVIĆ¹, BRANKO DR BABIĆ²

¹ Agencija za konsalting "Vasilije", Novi Sad, milicevic@uzns.net

² Visoka tehnička škola strukovnih studija, Novi Sad, babic@vtsns.edu.rs

Rezime: Polazeći od savremenog pristupa rešavanju problema informacione podrške, u radu je predstavljen integralni logistički informacioni sistem CALS (Continuous Acquisition and Life cycle support-Neprekidno snabdevanje i podrška u celom životnom veku). Prikazane su osnove, organizacija uvođenja i dometi njegovog dugogodišnjeg korišćenja u armijama visokorazvijenih država a posebno su izdvojeni rezultati primene u armijama SAD i Velike Britanije. Na kraju su date perspektive uvođenja ove strategije na nivou Republike Srbije i u Vojsci Srbije.

Ključne reči: informaciona tehnologija, informaciona podrška, informacioni system, Vojska Srbije

Abstract: Starting from a contemporary approach to solving the problems of informational support, this paper presents an integral logistic informational system CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support). It presents foundation, implementation organisation and reach of its long-standing use in the armies of highly developed countries, while the results in the USA and Great Britain armies are specially highlighted. In the end, this paper presents the perspectives of implementing this strategy in the Republic of Serbia and the Serbian Armed Forces.

Keywords: information technology, informational support, informational system, Serbian Armed Forces

1. UVOD

Primenjena informaciona tehnologija (u daljem tekstu: IT) na organizovan način obezbeđuje pravovremenu raspoloživost elemenata podrške vojnih poslovnih i tehničkih sistema i njihovo integralno delovanje. Revolucija u oblasti komunikacija i informatike pruža velike mogućnosti i predstavlja resurs koji menja način rada i privređivanja. Koncept koji se ističe postignutim rezultatima, posle široke primene u vojnim a potom i u privrednim organizacijama, jeste integralni logistički informacioni sistem (u daljem tekstu: CALS). To je savremeni logistički koncept koji predstavlja logističku paradigmu savremenog vojnog i privrednog delovanja. Na najdirektniji način se bavi racionalizacijom, integracijom i povećanjem fleksibilnosti sistema dovodeći na najviši nivo efektivnost i efikasnost vojnih i privrednih sistema. Ova strategija predstavlja priznatu i standardizovanu strategiju elektronskog dokumentovanja procesa u toku životnog veka proizvoda ali i sistema u celini. Omogućava pravovremeno obavljanje poslova sa minimalnim troškovima. CALS bi slikovito mogao da se opiše kao informacioni sistem kojim se vrši reinženjering procesa koji su skloni greškama - radno intenzivni praćeni sa mnogo "papirologije", uz pomoć visokoautomatizovanih i integrisanih procesa nabavke i logističke podrške, zasnovanih na podacima i dokumentima u elektronskoj formi.

2. OSNOVE CALS KONCEPTA

CALS koncept je nastao najpre u SAD a razlozi koji su primorali američko Ministarstvo odbrane da razmišlja o razvoju i uvođenju jedne takve strategije kao što je CALS su prvenstveno ogroman broj snabdevača i narudžbina koje se u toku svake godine realizuju. Rezultati istraživanja koje navodi Vasiljević, pokazali su sledeće: postojanje ogromnog broja armijskih snabdevača (oko 335.000 u 1998. godini); ukupan broj narudžbina u toku iste godine je dostigao 15 miliona (od toga 98% čine narudžbine manje od 25.000\$); svake godine štampa se 92 milijarde novih dokumenata, a broj kopija se kreće od 300 do 400 milijardi; oko 3% dokumenata se pogrešno klasira, troškovi jedne takve greške su u proseku oko 200\$,- održavanje, čuvanje i revizija tehničkih priručnika Ministarstva odbrane košta oko 10 milijardi \$ svake godine. Bez koncepta CALS, bilo je jednostavno nemoguće zamisliti efikasno izvršavanje logističkih aktivnosti u jednom

tako ogromnom kompleksu kakav je američka armija, gde oko 85% nacionalne privrede direktno ili indirektno radi za nju. Primarni cilj strategije CALS je prelazak sa ručnog i intenzivnog rada "na papiru" na integrisani, visoko automatizovani računarsko komunikacioni rad. Uštede koje se postižu predstavljaju rezultat realizacije krajnjeg cilja- integrisane sistematske baze podataka. Primena CALS koncepta zahteva rad sa podacima u elektronskom obliku. Za uspešnu razmenu i zajedničko korišćenje informacija u različitim kompjuterskim sistemima razvijeni su CALS standardi, čija primena to omogućava. Ovi standardi preko zajedničkog interfejsa i neutralnog formata dokumenata omogućavaju pristup, razmenu i korišćenje elektronskih podataka. Suština CALS strategije bi bila: postići što više, sa što manje uloženog (kreirati jednom, koristiti nebrojano puta, raspoloživost i deljenje zajedničkih podataka, planiranje životnog veka). Često se efekti primene definišu kao: brže, kvalitetnije, jeftinije. Strategija CALS se realizuje korišćenjem trodelnog pristupa: on-line servisa, raspolaganjem elektronskim podacima i integracijom proizvoda, procesa i podataka. Prema dokumentu MILSTD, 1388 koncept CALS ima nekoliko oslonaca. Najvažniji su:

1. **Konkurentno (stimultano) inženjerstvo** predstavlja integralan i timski pristup procesu projektovanja proizvoda i elemenata podrške u njegovom životnom veku. U odnosu na koncept CALS konkurentno inženjerstvo predstavlja integraciju procesa u kojima se informacije stvaraju. Savremeni pristup zasnovan na konkurentnom inženjerstvu redefiniše konvencionalno gledište poznato kao sekvencijalno inženjerstvo.

2. Drugi kamen temeljac strategije CALS je **integrirani tehnički informacioni servis ugovarača** - ITISU. Funkcija ITISU-a je da korišćenjem automatizovanih procedura omogući integraciju informacionih tokova između različitih partnera. Reč je o bazi podataka putem koje se ostvaruje veza snabdevača, prevoznika, pareduzeća i ostalih korisnika u industrijskom sektoru-privredi. Pandan ITISU-a u državnom sektoru povezuje različite vidove vojske (kopnene snage, mornarica, avijacija), Ministarstvo odbrane, referentne vladine agencije i državne ustanove, i nosi ime "Združeni CALS". Ulogu posrednika između klijenata i ovih servisa, kao i integranta baza podataka, ima realizovan standard za Elektronsku razmenu podataka-ERP

3. **Elektronska razmena podataka** (ERP) se najčešće definiše kao razmena podataka sa računara na računar. Radi se o razmeni podataka između prostorno udaljenih računarskih aplikacija u standardizovanim formatima prenosa i njihovoj obradi bez potrebe ponovnog unošenja. ERP je u koceptu CALS od decembra 1988. godine, čime su unapređene tradicionalne procedure razmene tehničkih i poslovnih informacija. Obaveza korišćenja ERP-a za sve Vladine ustanove i agencije je u SAD uvedena 1991. godine, a bilo je planirano da do kraja 1997. godine 300.000 vojnih snabdevača postane korisnik ove tehnologije

4. Četvrti bitan element koncepta CALS je **interaktivni elektronski tehnički priručnik** (IETP) koji, u obliku neutralne baze podataka, objedinjuje skup informacija neophodnih u dijagnostici i procesima održavanja tehničkih sistema. Neutralnost formata podataka garantuje kompatibilnost korišćenja elektronskog priručnika, bez obzira na format aplikacije korisnika. Svi novi vojni sistemi, koje je u operativnu upotrebu američka armija uvela 1995. godine i kasnije, održavaju se primenom IETP.

3. ORGANIZACIJA UVOĐENJA CALS STRATEGIJE

Na slici 1. prikazana je struktura izgradnje strategije CALS kroz integraciju procesa, modernizaciju infrastrukture, usavršavanje poslovnih procesa i rada sa elektronskim podacima. Efekti primene strategije CALS se postižu usavršavanjem ova četiri elementa u toku života poslovnog sistema.



Slika 1. Osnove za stvaranje, menadžment i korišćenje elektronskih podataka u poslovanju

Izgradnja infrastrukture - Ova faza je osnovni korak u prelasku na novi način rada, sa "ručnog" na računarski podržan rad. Poslovanje zasnovano na radu "na papiru" zahteva pisaće mašine, aparate za kopiranje, mašine za rad sa kovertama, poštanske marke i koverta, itd. Infrastruktura za rad zasnovan na

elektronskim podacima podrazumeva računarski i komunikacioni hardver i softver, kao i strategiju kojom bi se najpre osmislila modernizacija a zatim upravljalo njenim korišćenjem i razvojem.

Usavršavanje poslovnih procesa - Infrastruktura za korišćenje elektronskih podataka nudi mogućnosti za usavršavanje u svim poslovnim procesima, doprinosi fleksibilnosti sistema, pruža osnove za nova tehničko - tehnološka rešenja.

Rad sa podacima u elektronskoj formi - Smanjuje se količina papira i troškova u vezi sa radom na papiru; smanjuje se poslovni ciklus; deljenjem elektronskih informacija u okviru i između organizacija omogućavajući procesima i aktivnostima da budu konkurentni; smanjenjuju se greške; izbegavaju se greške pri unošenju podataka. Savremeni privredni i vojni sistemi su "virtuelni". Preduzeća se sastoje od "virtuelnih": odeljenja; korisnika; strateških partnera; prodavaca i distribucionih kanala; pokretnih kancelarija; zaposlenih "na daljinu".

Integracija - Uspešnom integracijom sistema postiže se logička struktura podataka za kontrolu i koordinaciju svih poslovnih i tehničkih informacija neophodnih za podršku poslovanju, čime se postiže na veoma efektan način raspoloživost informacija koje se samo jednom unose a koriste nebrojano puta.

4. DOPRINOSI KORIŠĆENJA KONCEPTA CALS

Doprinosi primene CALS koncepta su brojni i značajni. Ovde će biti prikazani oni koji ilustrativno prikazuju domete ovog koncepta kao i oblasti u kojima su ti doprinosi najizraženiji. Uopšteno poboljšanja kod poslovnih procesa koja se postižu strategijom CALS, uključuju: **a)** Poboljšanje kvaliteta informacija za upravljanje sistemom uopšte, podrška planiranju, nabavci, održavanju, veća je pouzdanost u radu sistema, usavršavanje procesa stvaranja novih proizvoda i usluga direktnim povezivanjem baza podataka i procesa; **b)** Smanjuju se troškovi nabavke i podrške eliminisanjem ručnih, dupliranih i greškama sklonih poslova; **v)** Smanjuju se prostor i težina materijala za skladištenje; **g)** Stvaraju se mogućnosti za usavršavanje predašnjeg rada: elektronsko naručivanje potreba, elektronsko ugovaranje, elektronsko plaćanje itd.; **d)** Omogućava se gotovo trenutna raspoloživost informacija iz okruženja. Tako navodi se primer aviona *Boeing 777*, koji je prvi avion konstruisan kompletno računarskim programima, bez fizičkog prototipa uz primenu standarda strategije CALS

Primenom strategije CALS u američkoj firmi za proizvodnju civilnih i vojnih aviona "Huges Air Craft Company" postignuti su sledeći rezultati: **a)** tačnost detekcije kvarova povećana za 35%; **b)** vreme traganja za informacijama smanjeno za 50%; **v)** težina prostora za skladištenje materijala i dokumenata smanjeno je 148 puta; **g)** prostor za skladištenje smanjen 148 puta; **d)** zalihe smanjene 20-40%; **d)** troškovi u životnom veku proizvoda smanjeni za 30%. Dobar primer je i razvoj *podmornice "Viking"*, gde je uloga CALS strategije bila integracija svih učesnika od samog početka. Ono glavno što se očekivalo od CALS koncepta je bilo da smanji troškove nabavke i podrške u čitavom životnom veku ovog "proizvoda", poboljša protok informacija između učesnika i pruži adekvatan koncept upravljanja informacijama relevantnih za "Viking".

Sjedinjene Američke Države i Velika Britanija su trenutno dve vodeće zemlje u svetu po zastupljenosti korišćenja i dometa primene CALS koncepta. Rezultati su, zbog značaja pojedinih oblasti razvrstani na: 1) Logističku podršku; 2) Nabavku; 3) Inženjering; 4) Proizvodnju; 5) Operativnost. U tabelama 1,2,3,4 i 5 prikazani su doprinosi i karakteristike primene CALS u privrednim i vojnim sistemima za svaku od ovih oblasti poslovanja.

5. PERSPEKTIVE UVOĐENJA CALS NA NACIONALNOM NIVOU I U VOJSCI SRBIJE

Najnovije značenje akronima CALS –"poslovanje brzinom svetlosti", ukazuje na brzi razvoj ove logističke informacione strategije i ekspanziju njene primene u svetu. Trenutne tendencije ukazuju na neminovnost uvođenja u operativnu primenu CALS koncepta, radi "poslovnog opismenjavanja", slično onome što je pre izvesnog vremena bilo sa primenom ISO standarda. Međutim, za razliku od ISO standarda, CALS standardi, na veoma direktan način propisuju i definišu postupke za sprovođenje CALS koncepta, i ne dozvoljavaju skoro nikakvu improvizaciju u realizaciji.

Strategija CALS se primenjuje širom sveta. Evropska zajednica se takođe zalaže za realizaciju ovog koncepta kao još jednog načina za adekvatnu poslovnu integraciju zemalja Evrope. Tako je realizacija strategije "poslovanje brzinom svetlosti" započeto u Češkoj, Mađarskoj..

JP PTT saobraćaja "Srbija" je složen poslovni sistem, i na određeni način su razmatrane mogućnosti i dometi CALS strategije u slučaju uvođenja na nacionalnom nivou.

Tabela 1. Doprinosi primene strategije CALS u logističkoj podršci

Doprinos	Karakteristike / Ušteda
Omogućava puno korišćenje integrisanog informacionog sistema (integrisane baze podataka)	<ul style="list-style-type: none"> - podaci su kreirani jedanput i koriste se mnogo puta, od strane mnogo korisnika - postojanost kvaliteta menadžment aktivnosti olakšano praćenje izvršenih poslova - smanjenje grešaka za 98% (zbog dupliranja, ručnog rada u prenosu informacija) - brža razmena podataka - omogućeni mnogi zajednički nivoi izvršnog nadzora
Automatizacija kontrole procesa	<ul style="list-style-type: none"> - definisana osnova za olakšano praćenje ostvarene dobiti i troškova u svakom trenutku - povezanost kroz inženjering i integrisanu logističku podršku proizvodima i uslugama
Omogućeno bolje upravljanje promenama	<ul style="list-style-type: none"> - integrisano planiranje promena i kontrole primenjenih metoda - olakšan dizajn i izvođenje promena u dizajnu proizvoda
Smanjeno vreme za obuku kadrova	<ul style="list-style-type: none"> - obuka kadrova zasnovana je na postojećim veštinama ljudi
Smanjeno vreme obuka u "hodu"	<ul style="list-style-type: none"> - 70% - 80% smanjenje
Lakše skladištenje tehničkih podataka	<ul style="list-style-type: none"> - smanjenje prostora, mase, ukupnih potreba za skladištenje - nezavisnost od zastarele tehnologije - produžen vek trajanja adekvatno uskladištenih podataka
Tehničkim podacima se lakše pristupa i razumljiviji su	<ul style="list-style-type: none"> - 40% ušteda vremena u traženju informacije - povećana operativnost rada - koristi se raznolikost medija za podatke (audovizuelno, kolor slika, 3 D animacija, virtualna realnost) - lakoća prepoznavanja vrednosti i provera verodostojnosti izvora podataka - više načina za prikaz iste vrste podataka
Tehnički podaci se lakše distribuiraju	<ul style="list-style-type: none"> - svim zaposlenim je omogućeno da distribuiraju tehničke informacije kroz različite procese - različite metode za opremanje, nezavisno od prirode podataka - štampanje na zahtev
Omogućena je povratna veza i bolje upravljanje podrškom i rukovanjem podacima	<ul style="list-style-type: none"> - smanjeno vreme 900%
Smanjene potrebe za održavanjem	<ul style="list-style-type: none"> - mnogo pouzdanija oprema
Smanjeno vreme za popravke	<ul style="list-style-type: none"> - dijagnostika grešaka/korišćenje ekspertskog sistema (za 33% smanjeno vreme neophodno za dijagnostiku) - posebno projektovanje održavanja

Tabela 2. Doprinosi primene strategije CALS u poslovima nabavke

Doprinos	Karakteristike / Ušteda
Pomoć u planiranju procesa	<ul style="list-style-type: none"> - smanjenje nekorisnog vremena (30%-70%) - rano otkrivanje rizika - eliminisanje nepotrebnih troškova korišćenjem kontrolnih tačaka i neprekidne kontrole - prepoznavanje rizika i smanjenja vremena u kašnjenju, spoljašnoj kontroli, nadgledanju, praćenju, pregledima i ocenama - smanjenje vremena za razvoj i smanjenje rizika kroz brze promene u inženjeringu
Pomoć u menadžmentu ugovaranja	<ul style="list-style-type: none"> - deljenje izvora neprekidne kontrole procesa (menadžment projekta, kvaliteta, raspoređivanja i podataka) - jasno vlasništvo nad podacima i odgovornost za aktivnosti
Pomoć u izvršavanju procesa	<ul style="list-style-type: none"> - mogućnost za automatizaciju procesa za elektronsko naručivanje, ugovaranje i plaćanje (10%-40% manje aktivnosti za svaki proces) - naznačeni prioriteti
Pomoć u postizanju reforme	<ul style="list-style-type: none"> - prilagođavanje poslovnih standarda, prakse i tehnologije - smanjenje u administrativnim i putnim troškovima

Tabela 3. Doprinosi primene strategije CALS u poslovima inženjeringa

Doprinos	Karakteristike / Ušteda
Pomoć u definisanju zahteva za proces	- davanje uputstava u vezi sa regulisanjem kroz funkcionalne specifikacije sistema i specifikaciju za testiranje rezultata i praćenje izveštaja
Integracija procesa konstrukcije i olakšica Konkurentnog inženjerstva	- pristup orijentisan na čitav životni vek proizvoda (usluge) i poslovnog sistema (20% ušteda u troškovima podrške) - ekipiranje (multidisciplinarnе grupe ili integrisani proizvodni timovi) - uvođenje pravih veština u pravo vreme - brže regovanje u procesima donošenja odluka kroz čitav životni vek proizvoda, usluge, poslovnog sistema
Pomoć u raspoređivanju menadžment procesa	- menadžment višestrukih varijanti i višestrukih korisnika - skoro 90% smanjenje troškova u stvaranju i održavanju podataka inženjeringa
Smanjenje broja grešaka u procesima projektovanja proizvoda i usluga, i povećanje kvaliteta konstruisanja	- produktivnost, pouzdanost i pogodnost održavanja u skladu sa alatima za konstruisanje i inženjering

Tabela 4. Doprinosi primene strategije CALS u oblasti proizvodnje

Doprinos	Karakteristike / Ušteda
Smanjenje planskih zahteva za proizvodnju	- konstruisanje kako bi se proizvodilo "sa lakoćom"
Unapređenje procesa menadžmenta kroz automatizaciju	- 98% kraće vreme odziva sistema - proizvodnja "tačno na vreme"-engl. just in time - smanjenje sada nepotrebnih aktivnosti na praćenju kvaliteta za 80%
Unapređenje menadžmenta za popis i smanjenje popisivanje u proizvodnji	- 30%-70% smanjene potrebe za popisivanjem
Smanjenje grešaka u proizvodnom procesu a time povećanje kvaliteta proizvoda	- smanjenje broja problema u proizvodnji za 80% - smanjen broj problema u mešanju poslova tokom proizvodnje za 88%, korišćenjem CAD/CAM/CAE

Tabela 5. Doprinosi primene strategije CALS u operativnosti sistema

Doprinos	Karakteristike / Ušteda
Unapređenje performansi oružanih sistema i opreme	- smanjenje broja problema u konstrukciji i povećanje pouzdanosti - povećanje tačnosti podataka - pristupačnije i kvalitetnije informacije
Povećanje pokretljivosti oružanih sistema i opreme	- više pravih informacija prouzrokuje manje prostora i težine
Povećanje pogodnosti održavanja oružanih sistema i opreme	- smanjeno minimalno vreme za opsluživanje i popravku
Unapređena spremnost za preživljavanje oružanih sistema i opreme	- brz odgovor na promene

CALS je projektovan da obezbeđuje: objedinjavanje sistema komandovanja i upravljanja materijalnim i ljudskim potencijalima; informacioni sistem o stanju materijalnih i kadrovskih resursa i potrebama u realnom vremenu; informatičku podšku teritorijalnoj distribuciji logističke podrške; poboljšano predviđanje, kroz modeliranje i simuliranje; projektovanje logistike za određeni zadatak. CALS omogućava organizovanje logističke podrške umesto po vidovima i predviđenim vojištima, u logističku podršku za određenog komandanta, odnosno za određenu bitku ili operaciju. Ovo se postiže integracijom-objedinjavanjem svih kapaciteta logistike u jedinstvenu celinu za potrebe komandanta koji izvodi borbena dejstva, kao i maksimalno iskorišćavanje raspoloživih kapaciteta bojišta ili ratišta na kojem se predviđa izvođenje borbenih dejstava i prilagođavanjem logističke podrške. Tako, CALS povezuje: komandne organe (komanda za logistiku); upravne organe (stručni nosioci za pojedine logističke funkcije); izvršne organe (podfunkcije logistike). Takođe ovaj koncept zadovoljava projekat Savezne Vlade "Nacionalna logistika", kao ideje za integraciju raspoloživih resursa za podršku, na nivou Srbije, dakle CALS kao integrator vojnih, privrednih i ostalih organizacija. Iskustvo iz NATO agresije "da su kapaciteti i rezerve teritorije presudan oslonac sistema logističke podrške Vojske Srbije i da se, pored izraženog uspeha, na tom planu moraju stvarati uslovi za još čvršće povezivanje logističkog sistema Vojske Srbije sa nacionalnom ekonomijom i privredom" dovoljno govori o značaju ovakvog pristupa rešavanju problema logističke podrške. Primena logističkog koncepta u

vojsci i u celom društvu dovodi do istinske integracije nacionalne odbrane sa svim vitalnim nacionalnim sistemima. Time logistika postaje vojni element u nacionalnoj privredi i ekonomiji i ekonomsko-privredni element u vojsci.

5. ZAKLJUČAK

Strategija CALS predstavlja integraciju na nivou međunarodne, nacionalne, civilne i vojne logistike. CALS bi mogao da bude prilika da se i u Srbiji realizuje sveobuhvatan koncept a ne da se s vremena na vreme započinju novi i parcijalni koncepti informacionih sistema na nacionalnom nivou. Treba imati na umu da izvlačenje vrednosti iz informacionog sistema zahteva organizacione i proceduralne promene. Ukoliko ove promene izostanu, vrlo su male šanse da se implementacija novog informacionog sistema može isplatiti, odnosno nepoklanjanje dovoljne pažnje ovim pitanjima jedan od najčešćih razloga neuspeha mnogih sličnih projekata. Najčešće se tehnologija nije koristila da promeni prirodu posla već za automatizaciju starog načina rada. Kao rezultat toga korisnici su postajali opterećeni takvim informacionim sistemima koji su prepreka za promene. Tradicionalni birokratski metodi udruženi sa hijerarhijskom strukturom ozbiljno ograničavaju sposobnost organizacije da brzo reaguje, bude fleksibilna i inovativna. Promenjeni društveni uslovi, postavljeni ciljevi vojnog rukovodstva za reorganizaciju Vojske Srbije u modernu vojsku XXI veka, visoke moći i gotovosti, uz njeno istovremeno smanjenje jeste još jedan razloga da se razmotri koncept CALS kao moguće rešenje.

CALS ima perspektivu da u vojnim sistemima potpuno reši problem logističke podrške koja se izgrađuje u miru radi efikasnog funkcionisanja u složenim ratnim uslovima, uzimajući logističku podršku kao dinamičan sistem, koji se stalno razvija i usavršava. Procena autora je da bi, ispravno sprovedena i u punoj funkciji, strategija CALS pozitivno uticala na razvoj nacionalne logistike Srbije, olakšala uključivanje u međunarodnu zajednicu i saradnju snaga Vojske Srbije u tim okvirima. Svakako da nije jednostavno realizovati ovako sveobuhvatan informacioni sistem. Realizacija mora biti osmišljena, planska i podržana odgovarajućim ljudskim potencijalom (znanjem) i materijalnim sredstvima (novcem).

LITERATURA

- [1] Vasiljević D., *"Prilog razvoju uravljanja u procesu integrisane logističke podrške proizvodnje"*, Doktorska disertacija, FON, Beograd, 1998.
- [2] Kodžopeljić, J., P.Stanojević., *"Aktivnosti i zadaci logističke podrške u životnom veku tehničkih sistema"*, Vojnotehnički glasnik, N^o 4-5, Generalštab Vojske Srbije i Crne Gore
- [3] Pantelić, V., *Pozadina i logistika-koncepcije i perspektive*, Novi glasnik, br.2/98
- [4] Pantelić, V., *Logistika i njen značaj u savremenom ratu*, Novi glasnik, br.5/00.
- [5] Popadić, R., *"Mogućnosti primene logističkog koncepta CALS u JP PTT saobraćaja Srbija"*, PTT Saobraćaj-Stručni časopis Zajednice JPPT, 2/2000, Beograd, 2000
- [6] MIL-HBK 59B, www.acq.osd.mil
- [7] UKCeB Journal, summer 99, www.ukceb.org
- [8] UKCeB Journal, summer 00, www.ukceb.org
- [9] UKCeB Journal, autumn 00, www.ukceb.org
- [10] www.dao.defence.gov.au



INFORMACIONI SISTEM ZA NADZOR I UPRAVLJANJE NAPLATOM PUTARINE

INFORMATION SYSTEM FOR TOLL MANAGEMENT AND SUPERVISION

GORDANA RADIVOJEVIĆ, BRATISLAV LAZIĆ, GORANA ŠORMAZ, PAVLE KOSTIĆ

Institut Mihajlo Pupin, Volgina 15, Beograd, [ime.prezime]@pupin.rs

Rezime: U radu je opisan informacioni sistem za nadzor i upravljanje naplatom putarine – TMSS, koji predstavlja centralni nivo hijerarhijski organizovanog sistema. Osnovne funkcije TMSS-a su komunikaciona integracija sa internim i eksternim sistemima, nadzor i upravljanje, i analitika i izveštavanje o kompletnom sistemu naplate putarine. Sistem je razvijen na savremenoj tehnološkoj platformi i obezbeđuje visoke performanse rada u realnom vremenu. U radu su opisani osnovni moduli i efekti primene sistema, kao i mogućnost primene u drugim oblastima.

Ključne reči: Informacioni sistem, Nadzor i upravljanje, Naplata putarine, Data Warehousing, Data Analytics.

Abstract: This paper presents an information system for toll management and supervision – TMSS, which is the central level of a hierarchical system. Basic function of TMSS are communication integration with internal and external subsystems, management and supervision, and analytics and reporting about tolling system. TMSS is developed on modern technological platform and has high working performance in real time. This paper describes the basic modules and the effects of the system, as well as possibilities of its application to other areas.

Keywords: Information system, Management and Supervision System, Toll System, Data Warehousing, Data Analytics.

1. UVOD

Sistem za naplatu putarine je kompleksan sistem koji omogućava naplatu putarine na deonicama autoputeva, a sa druge strane korisnicima obezbeđuje brzo i kvalitetno korišćenje autoputa. Za državu – vlasnike autoputeva je veoma važno da imaju dobar i pouzdan sistem, koji će omogućiti nadzor i upravljanje u realnom vremenu. U ovom radu je opisan informacioni sistem za nadzor i upravljanje naplatom putarine, koji je razvijen u Institutu Mihajlo Pupin 2012. godine. Sistem se primenjuje u Federaciji Bosne i Hercegovine na deonici Jošanica – Kakanj koridora A-1, a planira se njegova primena i u Srbiji.

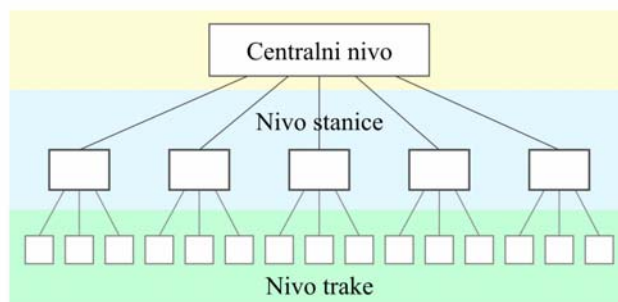
Rad je organizovan na sledeći način. Sekcija 2 obuhvata opis sistema naplate putarine. U sekciji 3 je predstavljena tehnološka platforma na kojoj je razvijan sistem. U sekciji 3 je opis sistem TMSS i njegovi osnovni moduli. Sekcija 4 sadrži efekte primene sistema, a u sekciji 5 su data zaključna razmatranja.

2. SISTEM ZA NAPLATU PUTARINE

Proces naplate putarine se realizuje na naplatnim stanicama koje se nalaze na jednoj ili više deonica autoputa. Svaka naplatna stanica ima jednu ili više traka na kojima se obavlja fizički proces prolaska vozila i plaćanje putarine. Saobraćajne trake mogu biti ulazne i izlazne (naplatne) i u zavisnosti od toga vozila dobijaju magnetnu karticu za ulazak na autoput, odnosno plaćaju putarinu pri izlasku sa autoputa. Na trakama je omogućen: fizički protok vozila (ulazak i izlazak vozila na autoput), proces naplate putarine, evidentiranje svih podataka o vozilu, upravljanje perifernom opremom i komunikacija sa stanicama. Stanica je povezana sa svim pripadajućim trakama i ona: obezbeđuje komunikaciju sa trakama, prikuplja podatke sa traka i generiše skup dnevnih izveštaja o radu. Sa druge strane, stanica je u komunikaciji sa Centrom gde šalje podatke o radu svih traka. Centar prikuplja, obrađuje i čuva podatke, omogućava nadzor i monitoring sistema, i analitiku i izveštavanje o funkcionisanju naplate putarine.

Sistem za naplatu putarine je kompleksan informacioni sistem koji obuhvata hardverske i softverske komponente. U organizacionom smislu, sistem naplate putarine obuhvata tri hijerarhijska nivoa: nivo trake

(NT), nivo stanice (NS) i Centralni nivo (Institut Mihajlo Pupin, 2012). Sva tri nivoa sistema su u on-line ili off-line komunikaciji. Šematski prikaz organizacije sistema za naplatu putarine prikazan je na slici 1.



Slika 1: Šematski prikaz sistema za naplatu putarine

Osnovna uloga Centralnog nivoa je povezivanje sa internim i eksternim delovima sistema, i monitoring i upravljanje kompletnim sistemom naplate putarine. Na Centralnom nivou se prikupljaju podaci iz internih podsistema (NS, NT) i distribuiraju im se svi potrebni sistemski parametri. Centralni nivo je povezan i sa eksternim sistemima sa kojima razmenjuje različite skupove podataka. Pod eksternim sistemima se podrazumevaju: poslovni informacioni sistem (ERP), banke (procesor platnih kartica), prodajna mesta medijuma za plaćanje putarine (TAG-ovi i kompanijske kartice), i dr.

3. TEHNOLOŠKA PLATFORMA

Arhitektura razvijenog informacionog sistema je višeslojna (Multi-Tier), vođena događajima (Event-Driven) i sastavljena od servisa (Service-Composed) (Hauser *et al.* 2010, Dunkel *et al.* 2011). Višedimenzionalnost se odnosi na horizontalnu i vertikalnu skalabilnost sistema u cilju zadovoljenja tehničkih i poslovnih zahteva. Event-Driven aspekt arhitekture proizilazi iz funkcionisanja nižih nivoa sistema jer se većina podataka odnosi na događaje. Kompozicija servisa je neophodna za obezbeđenje funkcija i podataka internim i eksternim podsistemima preko savremenih mehanizama integracije IS. Sistem se sastoji od sledećih osnovnih funkcionalnih slojeva i grupa komponenti:

- Info-strukturna osnova (Horizontalne komponente),
- Aplikacije poslovnog jezgra (Vertikalne komponente),
- Udaljeni podsistemi (uređaji i samostalne aplikacije), i
- Eksterni sistemi.

Sistem je implementiran na Oracle Fusion Middleware tehnološkoj platformi kao skup J2EE web zasnovanih aplikacija, web servisa i resursnih adaptera. Oracle Middleware platforma se sastoji od Oracle WebLogic aplikativnog servera i Oracle BI (Business Intelligence) platforme za skladištenje podataka (Data Warehousing – DWH) i analitička izveštavanja. Sloj podataka je implementiran kao mešavina transakcionog (OLTP) i analitičkog (OLAP) modela. Podaci se čuvaju u Oracle 11g bazi podataka. Pristup svim podacima i funkcijama u sistemu je zaštićen pomoću mehanizama zaštite zasnovanih na ulogama (role), koji dozvoljavaju veliku granularnost kontrole pristupa funkcijama i podacima (Oracle 2012).

4. INFORMACIONI SISTEM ZA NADZOR I UPRAVLJANJE

Za nadzor i upravljanje naplatom putarine razvijen je informacioni sistem TMSS (Toll Management and Supervision System). TMSS obuhvata više modula, a svaki modul se sastoji od komponenti. Svaka komponenta implementira logičku grupu funkcija, koje podržavaju glavnu ulogu odgovarajućeg modula. Funkcije prisutne u celom sistemu se izvršavaju integracijom i koordinacijom servisa koje pružaju moduli i njihove komponente. Logička arhitektura TMSS-a omogućava funkcionalno povezivanje sa nižim hijerarhijskim nivoima (NS/NT) i eksternim sistemima (Kostić *et al.* 2012).

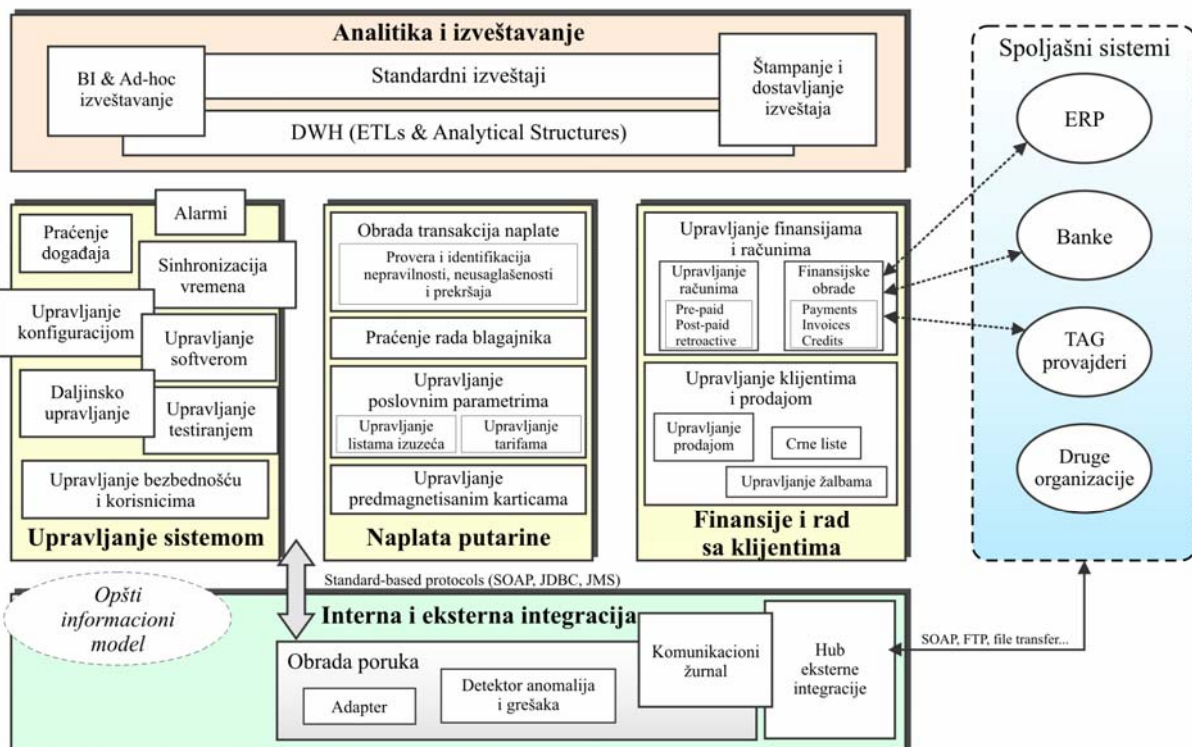
Osnovni moduli TMSS-a su: Interna i eksterna integracija, Upravljanje sistemom, Naplata putarine, Rad sa klijentima, i Analitika i izveštavanje. Detaljna funkcionalna arhitektura TMSS komponenti prikazana je na slici 2. U nastavku rada su detaljnije opisani svi moduli sistema.

4.1. Interna i eksterna integracija

Interna integracija obuhvata informaciono povezivanje i razmenu podataka između svih nivoa u okviru sistema naplate putarine (NT, NS i Centar). Razmena podataka se obavlja na nivou poruke preko specifičnog IMP TCP protokola. Protokol adapter podržava on-line i off-line slanje podataka

Procesor poruka je odgovoran za paralelizovano predprocesiranje i postprocesiranje poruka i inteligentno rutiranje isporuke ka drugim komponentama sistema u Servisno orijentisanoj arhitekturi (SOA). Procesor poruka obavlja automatsku detekciju semantičkih i logičkih anomalija i grešaka koja se koristi za dodatnu indikaciju potencijalnih sistemskih grešaka u konfiguraciji ili kvarova na opremi u sistemu.

Eksterna integracija podrazumeva razmenu podataka između Centra i eksternih sistema – ERP, Banke, prodajnih mesta TAG-ova i KK, i drugih sistema. Eksterna integracija je realizovana korišćenjem različitih mehanizama kao što su: SOAP web servisi, sa paletom WS-* polices, FTP/HTTP interfejsi, ili drugi tipovi on-line i off-line prijema.



Slika 2: Detaljna arhitektura sistema

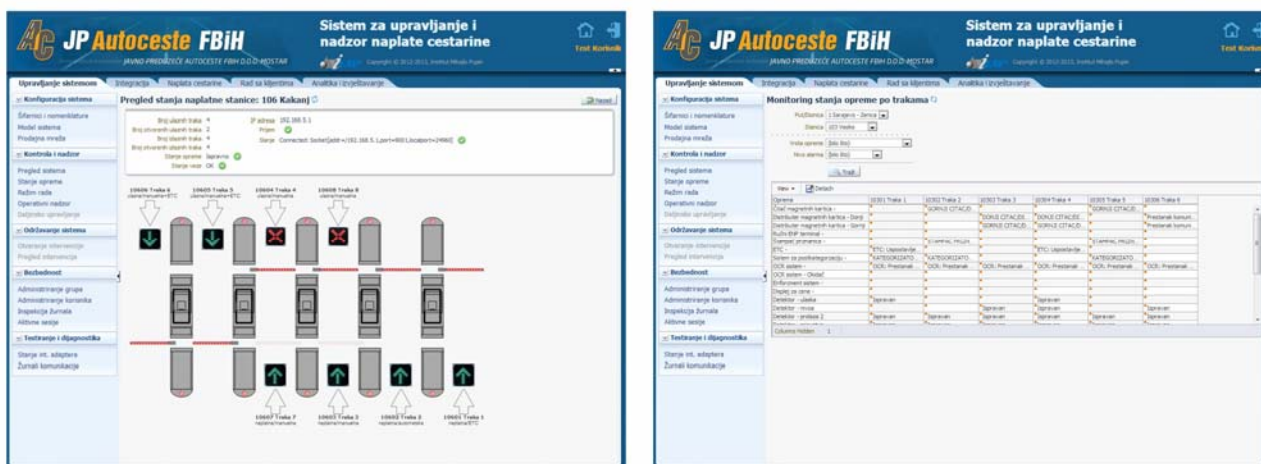
4.2. Upravljanje sistemom

Ova modul je odgovoran za celokupan nadzor i fizičku konfiguraciju sistema, kao i za monitoring stanja opreme i režima rada na pojedinim delovima i sistemu u celini. Upravljanje sistemom obuhvata sledeće komponente:

- Upravljanje konfiguracijom sistema – distribucija skupova podataka fizičke i logičke konfiguracije na nivo NT i NS.
- Kontrola i nadgledanje sistema (slika 3) – pregled stanja opreme (slika 4), prikaz aktualnih događaja, i prijavljenog osoblja na trakama i stanicama, stanje alarma i dr.



Slika 3: Kontrola i nadgledanje sistema



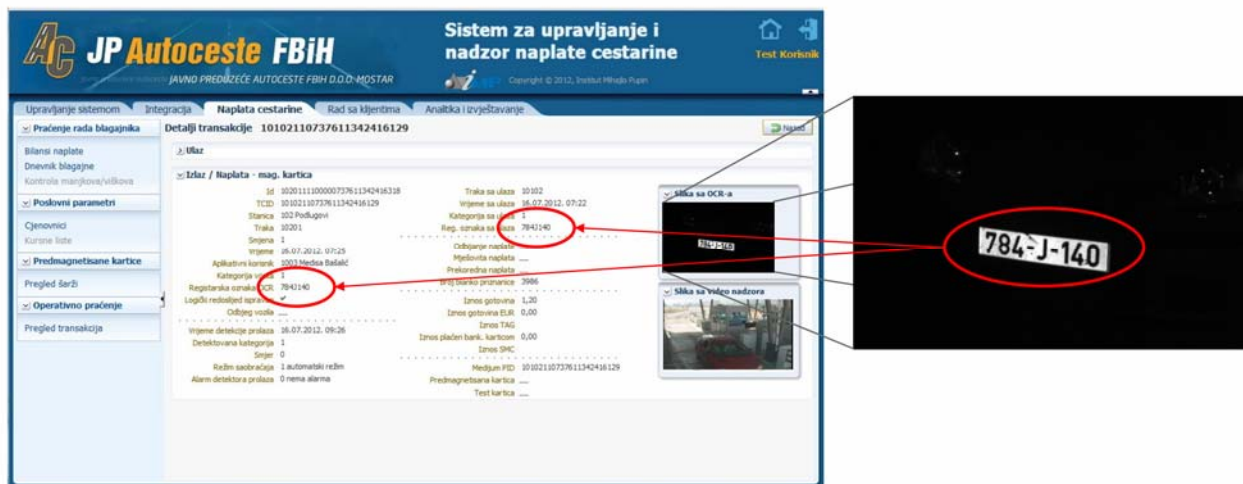
Slika 4: Pregled stanja opreme na stanici

- Upravljanje održavanjem – praćenje nastanka i otklanjanja kvarova, prikupljanje podataka o životnom ciklusu zahteva za servisiranje i obavljenim servisnim operacijama.
- Upravljanje bezbednošću i korisnicima – definisane rola i prava pristupa, kontrola pristupa i nadgledanje aktivnosti svih korisnika u sistemu.
- Upravljanje testiranjem – upravljanje testnim podacima, kontrola test režima rada na različitim nivoima i dobijanje izveštaja o test podacima.

4.3. Naplata putarine

U ovom modulu se radi obrada svih podataka, koji se odnose na fizički proces naplate putarine a koji dolaze sa hijerarhijski nižih nivoa. Na osnovu obrade podataka formiraju se transakcije naplate, zaduženja inkasanata i klijenata, i dr. Osnovne komponente modula su:

- Upravljanje poslovnim parametrima – upravljanje konfiguracijom logičkih pravila poslovanja i procesiranja (cenovnici, kursne liste, liste besplatnih korisnika, crne i sive liste i tarifni paketi za TAG-ove i kompanijske kartice, ...).
- Obrada transakcija naplate – kreiranje *Transakcije Putarine* u centralnoj bazi podataka na osnovu poruka dobijenih sa NS/NT. *Transakcija Putarine* sadrži sve podatke o ulazu i izlazu vozila sa autoputa kao i slike vozila dobijene OCR (Optical Character Recognition) i VS (Video Surveillance) sistemom (slika 5).



Slika 5: Kontrola i nadgledanje sistema

- Praćenje rada inkasanata – evidencija računa inkasanata po njihovim zaduženjima i razduženjima na nivou jedne smene rada, na osnovu poruka koje se dobijaju od NS i finansijskog izvoda iz banke.
- Upravljanje predmagnetisanim karticama – obrada podataka, praćenje stanja i distribucije predmagnetisanih kartica, koje se koriste u ručnom režimu rada ulaznih stanica.

4.4. Rad sa klijentima

Klijenti su pravna ili fizička lica koja poseduju račun za TAG-ove i kompanijske kartice (post-paid i pre-paid) čija vozila koriste autoput. Rad sa klijentima obuhvata obradu svih podataka o klijentima, njihovim računima i ugovornim odnosima. Ovaj modul sadrži sledeće komponente:

- Upravljanje finansijama i računima – upravljanje računima i finansijska obrada podataka za sve klijente i različite tipove računa (pre-paid, post-paid, retroactive).
- Upravljanje klijentima i prodajom – web aplikacija koja se nalazi na prodajnim mestima TAG-ova i kompanijskih kartica, koja omogućava prodaju (dopunu, zamenu) medijuma klijentima.
- Upravljanje medijumima – u Centru se vodi evidencija svih medijuma (TAG-ovi i kompanijske kartice) u sistemu naplate putarine, koji mogu biti na beloj, svojoj ili crnoj listi.

4.5. Analitika i izveštavanje

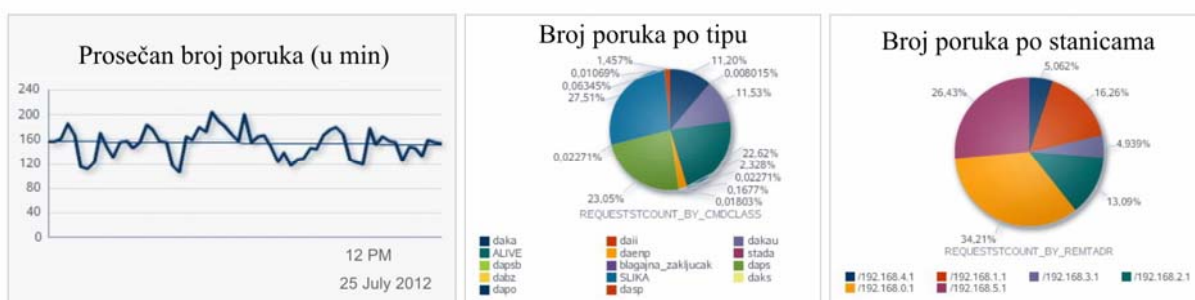
Analitika i izveštavanje obuhvataju obradu podataka i generisanje skupa izveštaja o radu sistema naplate putarine. Analitika se zasniva na DWH arhitekturi a izveštavanje je realizovano primenom Oracle BI tehnologije. DWH i BI omogućavaju generisanje izveštaja za velike količine podataka uz visoke performanse rada sistema. Sistem obuhvata više od 40 unapred definisanih izveštaja, koji su grupisani prema segmentima sistema na koji se odnose (Radivojević *et al.* 2012): Naplata putarine (finansijski i saobraćajni izveštaji), Primena TAG-ova i kompanijskih kartica, Finansije i rad sa klijentima, i Upravljanje sistemom. Svi izveštaji se mogu dobiti na različitim nivoima detaljnosti, u zavisnosti od zadatih ulaznih parametara (put, stanica, inkasant, period, medijum, klijent, i dr.).

Na osnovu definisanog skupa izveštaja, moguće je generisati i sintetičke i analitičke izveštaje, koji predstavljaju viši nivo analize podataka i podršku donošenju strateških odluka na najvišem nivou poslovnog sistema. Skup ovih izveštaja je praktično neograničen i zavisi od postojećeg načina funkcionisanja sistema naplate putarine na nižim nivoima, potreba poslovnog sistema i strateških planova menadžmenta.

5. EFEKTI PRIMENE SISTEMA

Razvijeni informacioni sistem za nadzor i upravljanje naplatom putarine je do sada primenjen na deonici puta Jošanica – Kakanj na koridoru A-1 u Federaciji Bosne i Hercegovine. Na ovoj deonici se nalazi 6 naplatnih stanica sa 30 naplatnih traka (Institut Mihajlo Pupin, 2012). U toku je otvaranje novih stanica a planira se i proširenje sistema na druge deonice autoputeva. Dosadašnji period primene ukazuje na visoke performanse sistema i odličnu pouzdanost u radu.

TMSS u skoro realnom vremenu prima poruke sa nižih nivoa sistema. Primer komunikacione statistike je prikazan na slici 6, i odnosi se na jedan period od 24 časa. Na slici je prikazan prosečan broj dolazećih poruka (u minutu), broj poruka po tipu i po stanicama sa kojih dolaze. Najfrekventnije poruke (daka, daps, dakau, daenp, OCR i VS slike) se generišu svakim ulaskom i izlaskom vozila na autoput.



Slika 6: Komunikaciona statistika

Na osnovu analize podataka može se doći do različitih pokazatelja rada TMSS-a. U tabeli 1 su prikazani neki pokazatelji rada za posmatrani period. Sa ovim performansama sistema moguće je obezbediti podršku za vršni period rada od oko 80-100 istovremenih ulazaka i izlazaka vozila na autoputu.

Tabela 1 – Neki pokazatelji rada

Ukupan broj poruka	Prosečan broj poruka (u s)	Prosečno vreme obrade najfrekventnijih poruka (ms)				
		daka	daps	dakau	daenp	Slike
125,955	1.46	8.2	2.7	8	19.1	2.5

Ovi pokazatelji su izmereni u realnom radu sistema. U sistemu se mogu dodavati serveri baze podataka i aplikativni serveri, kako bi se poboljšale performanse rada. Ukupno opterećenje sistema čine i transakcione obrade poruka koje se primaju sa nižih nivoa (NT, NS), paralelno sa izvršavanjem aplikativnog korisničkog interfejsa.

Iskustva u dosadašnjoj primeni sistema ukazuju na niz pozitivnih efekata:

- Dobre performanse i visoka pouzdanost rada sistema;
- Mogućnost paralelnog rada sa različitim funkcijama u sistemu bez ugrožavanja performansi;
- Korisnički interfejs omogućava brz i kvalitetan rada svih korisnika u sistemu;
- Veoma brzo dobijanje i najkompleksnijih izveštaja (do 10 s);
- Dobra vizuelizacija funkcija koje se odnose na nadzor u upravljanje događajima i opremom u realnom vremenu; i dr.

6. ZAKLJUČAK

Opisani informacioni sistem za nadzor i upravljanje naplatom putarine, predstavlja savremeno projektovan sistem na modernoj tehnološkoj platformi. Prednosti ovako projektovanog sistema su:

- Modularnost i mogućnost proširenja novim funkcijama i izveštajima;
- Primena DWH arhitekture omogućava optimalne performanse u skoro realnom vremenu za statističke i istorijske analize velikih količina podataka;
- Primena savremene BI tehnologije omogućava optimizovane strukture podataka i generisanje standardizovanih i dinamičkih izveštaja;
- Nadzor i monitoring sistema naplate putarine i dobijanje skupa izveštaja predstavljaju podršku donošenju odluka na svim upravljačkim nivoima poslovnog sistema;
- Mogućnost integracije sa eksternim sistemima i eksportovanje izveštaja u različitim formatima; i dr.

TMSS je sistem koji u realnom vremenu omogućava nadzor i upravljanje udaljenom opremom i događajima. Projektovana arhitektura sistema omogućava njegovu primenu i u drugim sličnim sistemima: parking prostori i javne garaže, robni terminali, distributivni centri, naplata korišćenja mostova i tunela, i dr. Razvijeni informacioni sistem se, uz promenu integracionog protokola (za prijem i slanje poruka) i podešavanja prema specifičnim zahtevima, može primeniti u različitim oblastima.

Napomena

Ovaj rad je finansiran od strane Ministarstva nauke Republike Srbije, u okviru projekta TR 36005 – Nove tehnologije u inteligentnim transportnim sistemima – primena u gradskim i prigradskim uslovima (2011-2014).

LITERATURA

- [1] Dunkel, J., Fernandez, A., Ortiz, R. and Ossowski, S., "Event-driven architecture for decision support in traffic management systems", *Expert Systems with Applications*, 38, p. 6530–6539, 2011.
- [2] Hauser, K., Sigurdsson, H. and Chudoba, K., "EDSOA: An Event-Driven Service-Oriented Architecture Model for Enterprise Applications", *International Journal of Management & Information Systems – Third Quarter*, 14, 3, p. 37-47, 2010.
- [3] Kostić. P., Radivojević, G., Lazić, B., Šormaz, G., Šenborn, A., Functional Architecture of Toll Management Supervision System – Case study Bosnia and Herzegovina, *Proceedings on CD of The 2nd International Conference on Supply Chain*, 5 & 6 October 2012, Katerini, Greece, Editors: Dimitrios Folinis and Dimitrios Aidonis.
- [4] Oracle, [on line] Oracle Event Processing, www.oracle.com/technetwork/middleware/complex-event-processing/overview/complex-event-processing-088095.html [Preuzeto 27.07.2012.]
- [5] Projekat "Sistem naplate putarine u Federaciji Bosne i Hercegovine – deonica autoputa Jošanica-Kakanj", Institut Mihajlo Pupin, Beograd, Srbija, 2012.
- [6] Radivojević, G., Šormaz, G., Kostić. P., Lazić, B., Šenborn, A., Data Analytics and Reporting in Toll Management and Supervision System – Case study Bosnia and Herzegovina, *Proceedings on CD of The 2nd International Conference on Supply Chain*, 5 & 6 October 2012, Katerini, Greece. Editors: Dimitrios Folinis and Dimitrios Aidonis.



**PRIMENA STRATEGIJSKIH INFORMACIONIH SISTEMA **

THE USE OF STRATEGIC SYSTEM OF INFORMATION

VLADIMIR MITROVIC, IVANA MITROVIC

Studenti Master studija, Beograd, VLADAM338@gmail.com

Rezime: *U informatičkom društvu informacioni sistemi pružaju šansu poslovnim sistemima da se prestrukturiraju i da obezbede veći deo tržišta za sebe. S obzirom da je konkurencija na principu brzine sve prisutnija to onaj koji na tržištu prvi ponudi proizvod uglavnom uzima najveći deo kolača. Namena strategijskih informacionih sistema je da poboljša konkurentsku poziciju kompanije. Takav system omogućava, naprimer, da kompanija privuče kupce za svoju robu ili usluge na duže vreme.*

Ključne reči: *strategija, informacioni sistem, lanac vrednosti,, primena strategijskih informacionih sistema.*

Abstract: *In the technological society systems of information are enabling the business systems to restructure themselves and to secure the dominance on the market. Because the competition on the principle of speed is more and more present every day, it is the one that makes the first offer that takes the bigger slice of the cake. The purpose of the strategic system of information is to ensure a better competitive position of the company. That system enables, for example, the company to attract customers for its merchandise or services for a longer period.*

Key words: *strategy, systems of information, chain of values, use of strategic systems of information.*



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Istorija operacionih istraživanja



NEKOLIKO FRAGMENTA JEDNOG VIĐENJA PRVIH ČETRDESET GODINA SYMOPISA

VLASTIMIR MATEJIĆ

1. NEIZBEŽAN UVOD – NAMENA I PRISTUP IZRADI OVE SKICE

Ovo je moj odziv na veoma ljubazan i obavezujući zahtev Organizacionog odbora ovogodišnjeg SYMOPISA u kome sam prepoznao sledeća dva bitna cilja. Prvi, da se proslava četrdeset godina neprekinutog i uspešnog rada ove konferencije obavi na „konferencijski način“ tako što će se saopštiti lična pojedinačna viđenja dosadašnje trajektorije ove konferencije. Drugi, da se u znak uvažavanja pruži prilika najstarijim učesnicima ove konferencije da ispišu i saopšte svoje viđenje njene sasvim respektabilne istorije i dugotrajnosti koja nije tako česta kod ovih ljudskih poduhvata. Ovaj drugi cilj je prepun rizika netačnih, sebičnih i sličnih sećanja koji su potvrđeno svojstvo svakih starijih godina.

Osnovna namera ovog mog priloga je: saopštiću svoje viđenje tako da, u meri u kojoj je pouzdano, bude prilog pravljenju što jasnije i potpunije slike inače neprimećenih višestrukih aspekata ove konferencije ne bi li se, na takvoj slici, jednog dana obavila, pristupom i alatima operacionih istraživanja, svestrana analiza prošlosti i mogućih budućnosti ove konferencije. Sve sa krajnjim ciljem da dalji razvoj SYMOPISA bude zasnovan i vođen rezultatima primene operacionih istraživanja na samom sebi; bez ikakvih globalnih pretenzija, samo za SYMOPIS shvaćen kao ključna institucija i dominantna metafora aktivnosti operacionih istraživanja ovde, što će reći, sasvim lokalno.

Mogući su brojni pristupi pisanju priloga ove vrste. Počev od jedne sasvim stroge istoriografije koja prikuplja, proverava i evaluira činjenice koje čine dokumentovanu istoriju konferencije – dragocena stvar za čuvanje od zaborava, sve do saopštavanja kolekcije izabranih anegdota koje su živopisne i zabavne, lake za pamćenje, prepričavanje te i za čuvanje tako zabeležene istorije. Ovaj zadnji pristup ima brojne prednosti ali traži literalne sposobnosti da bi bio uistinu valjan. U odsustvu tog tako potrebnog kapaciteta ovde je učinjen pokušaj da se opišu neki od onih aspekata odnosno fragmenta ove konferencije koji su bili manje primećeni mada su, opet prema mom viđenju stvari, bili od ključnog značaja za razvoj ove konferencije i njenu istoriju. Učinjen je pokušaj da ti opisi budu sasvim kratki.

2. NASTANAK SYMOPISA

Pisanje istorije bilo čega počinje opisom nastanka toga o čemu se piše. Ako je predmet opisa nešto uspešno, korisno, željeno itd. tada je, prema istoriji koja se piše, broj onih koji su tu stvar začeli i lokacija na kojima je došlo do začeca veliki i povećavajući. I suprotno, u suprotnom slučaju. Bez priziva bilo kakve polemike, SYMOPIS je nastao u jednoj radnoj prostoriji Odeljanja za operaciona istraživanja, Laboratorije za automatiku, Instituta „Mihajlo Pupin“. Vrlo brzo priključivanje drugih aktera samo je znak da su i oni mogli biti u ulozi početnih i da bi, i u tom slučaju, sve bilo kako je već bilo tokom proteklih četrdeset godina.

SYMOPIS, kao i mnoge naučne, stručne i druge konferencije je nastao bez velikih i gromoglasnih misija delovanja i vizija razvoja; sve što je potom nastalo je prepoznatljiv evolucionni proces. Koliko se sećam, saopštena ili podrazumevajuća početna uverenja su bila da će ova konferencija služiti i kao jedna vrsta okvira koji će čuvati disciplinarnu strogost operacionih istraživanja kako je ista tada bila viđena i kako je, za moje razumevanje svrhe i razvoja operacionih istraživanja, ostalo do danas. Dakle, konferencija je od samog svog nastanka imala izraženu sklonost ka izvesnoj dogmi u razumevanja ove discipline i ka očuvanju njene prvobitnosti.

3. PRVA CRVENA NIT SYMOPISA – REDUKCIONIZAM I FUNKCIONALIZAM

Moje shvatanje operacionih istraživanja, u najkraćem, je sledeće. Reč je o jednoj od sistemskih disciplina (pristup i metodologija rešavanja problema) koja je sledila različite paradigme: počev od vladajuće u prirodnim naukama (redukcionizam i pozitivizam), sve do trans-disciplinarnog bavljenja složenim, neizvesnim, multi-kriterijskim socijalnim, u prvom redu organizacionim, sistemima i problemima. Sa zadatkom da doprinesu boljem rešavanju takvih problema, počev od boljeg funkcionisanja status quo stanja

sve do radikalnih promena multi-interesnih i konfliktnih situacija. Moje prepoznavanje konferencije SYMOPIS je da je njom vladala funkcionalistička paradigma (poboljšanje funkcionisanja postojećeg sistema bez njegove promene), sa dominantnom sklonošću ka radovima metodološkog karaktera, posebno algoritama za potragu optimalnih rešenja matematičkih modela akademskih ili praktičnih problema. Razlog ovome nalazim u potvrđenoj sklonosti kulture kojoj pripadamo ka naučnoj spekulaciji na račun potcenjivanja praktične primene teorija i znanja o kojima je reč.

4. DRUGA CRVENA NIT SYMOPISA – STABILNA STRUKTURA PREDMETA I UČESNIKA

Druga crvena nit je u najvećoj mogućoj uzajamnoj interakciji sa prvom. Radovi podneti na ovoj konferenciji se koncentrišu na poboljšanje efikasnosti i efektivnosti postojećeg stanja stvari (status quo), priložima metodološkog karaktera i izborom praktičnih problema kojima se radovi bave. Prema mom uvidu, neznanat je broj radova koji su za predmet imali promenu strukture razmatranog sistema, ili promenu distribucije moći unutar sistema odnosno problema kojim se bavi; ne postoji rad koji se bavi problemom odnosa između onih koji su vlasnici, upravljači itd. na jednoj strani i onih koji su bez moći, na drugoj. Razume se, nikako sa političkog ili nekog drugog stanovišta već pre svega sa stanovišta efikasnosti, efektivnosti i humanosti sistema odnosno rešavanja problema o kome je reč. Ova orijentacija radova je u gotovo kauzalnoj vezi sa institucionalnom pripadnošću učesnika. Tako, najviše učesnika dolazi iz istraživačkih i akademskih institucija; primetno manje iz privrednih organizacija, još manje iz javnih i njima sličnih institucija. Ako ne grešim, organizatorima ove konferencije – instituti i fakulteti – priključila se samo još vojska, institucija koja je tipična po tome što ima najjači otpor prema bilo kakvom zadiranju u vladajuću strukturu moći, u hijerarhiju, u standarde i procedure, te stoga operaciona istraživanja prihvata samo kao instrument poboljšanja tehničke efektivnosti postojećeg stanja stvari. U radovima ove konferencije nema ljudi, slobodne volje, postavljanja pitanja svrsishodnosti sistema kojim se bave i tsl. Radovi su, u najvećem broju slučajeva gotovo tipični tehnički, inženjerski ako ne isključivo matematički; barata se samo „čvrstim“ objektima, merljivim veličinama i utilitarističkim namerama. Njutnovsko viđenje i razumevanje sveta gotovo u potpunosti vlada radovima saopštavanim na ovoj konferenciji.

5. TREĆA CRVENA NIT SYMOPISA – SNAGA POVEZIVANJA I RAZVOJA

SYMOPIS je, najviše delovanjem svoje prve crvene niti, bio jedan veoma dobrodošao i uspešan specifikum u državi u kojoj je nastao. Iako su institucije organizatori ove konferencije bili isključivo iz Srbije, njeni učesnici, njen ugled i delovanje su bili podjednako raspoređeni na celoj teritoriji SFR Jugoslavije, sve dok je ova država postojala. Konferencija je razvijala naučne veze između pojedinaca – što je vekovna osobina svih naučnih konferencija otkada ove postoje – ali je SYMOPIS rađao i razvijao i dublje, sasvim ljudske veze između učesnika koje su, za razliku od mnogih drugih konferencija, ostale sačuvane i tokom svih teških devedesetih godina. Sukobe, kakvi su bili tokom ovih godina, nisu mogle da zaustave ili modifikuju nikakve naučne konferencije. Ali, ono što je, možda, moglo da se učini je da se filozofija, pristup i metodologija operacionih istraživanja iskoristi za analizu mogućih smerova razvoja te bivše države daleko pre njenog raspada, uz dokumentovan račun koristi i gubitaka, akcija i posledica. Da je toga bilo, možda bi i devedesete i njihove posledice bile nešto manje surove.

Konferencija SYMOPIS je bila i ostala podstrekač i podrška razvoja i institucionalizacije operacionih istraživanja, posebno i akademskom i istraživačkom sektoru, sasvim izrazito u Srbiji. Na ovoj konferenciji nastao je čitav „pokret operacionih istraživanja“ u Srbiji; razvijeni su akademski programi, prihvatani i javnim budžetima podržani istraživački projekti, razvijene međunarodne veze, osnovano nacionalno društvo, pokrenut specijalizovan časopis i, što je posebno značajno, dat doprinos povećanju racionalnog u analizi i sintezi odluka. Ovaj doprinos je mogao biti veći ali je u svakom slučaju unesen taj tako neophodan duh racionalnog, sistematičnog, ne-voluntarističkog koji može biti začetak jednog sasvim ključnog zaokreta u načinu na koji se vidi, analizira i kreira realnost u Srbiji.

6. SYMOPIS – IDEOLOŠKA I POLITIČKA PERCEPCIJA

Ovde ću saopštiti ličnu percepciju, dokumentovnu događajima, odnosa vladajućeg ideološkog i političkog okruženja prema ovoj konferenciji odnosno prema operacionim istraživanjima. Reč je o jednoj neosnovanoj, kontraproduktivnoj sumnjičavosti i površnom politikantstvu, čega kod nas nikada nije nedostajalo.

Prvi skup o operacionim istraživanjima je organizovan 1960-tih godina, dosta pre nastanka SYMOPIS-a. To je u jednoj prilici zabeleženo na odgovarajući način i u okviru ove konferencije. Ali ostalo je nezabeleženo da je taj skup održan gotovo na ilegalan način. Razume se, nije bilo ilegale u pravnom smislu, jer je takvo nešto u to vreme bilo nemoguće. Ali, ideološki je to bila jedna vrsta disidentstva pošto je tada

vladajuća ideologija, tačnije tada glasni ideolozi, nalazila da su operaciona istraživanja kapitalistička diverzija te nešto sasvim nepoželjno i neprihvatljivo. Danas posmatrano, naša odbrana od toga je bila detinjasta ali jedino efektivna. Sastojala se u našem glasnom navođenju da je Kantorovič, dakle Rus, položio temelje ovoj disciplini. A on nije, iz razumljivih razloga, mogao biti kapitalistički ideolog.

Na jednom SYMOPIS-u tokom 1970-tih ili na samom početku 1980-tih, na dan otvaranja skupa, znameniti beogradski dnevni list je objavio dugačak autorski napis jednog tadašnjeg propagatora vladajuće ideologije koji je, u tom napisu, više od desetak godina nakon onog prvog skupa, jače i jasnije tvrdio da se, pored svih uspeha samoupravne ideologije, održavaju naučni skupovi koji se bave metodama i tehnikama isključivo kapitalističke ideologije. U to vreme već je funkcionalistička paradigma operacionih istraživanja zamenjivana radikalno humanističkom prema kojoj je uloga operacionih istraživanja bila da dovede u pitanje postojeću distribuciju moći u kapitalističkim organizacijama, privrednim, javnim i svim drugim.

Da bi cela stvar bila dovedena do apsurdna, na samom otvaranju baš te konferencije SYMOPIS, jedan tada i danas javnosti poznat ekonomista, je ne samo ideološki optužio operaciona istraživanja već i sasvim zapretio (pretnja nije shvaćena ozbiljno, bila je reč o mladom čoveku) svima koji podrivaju ideologiju i praksu samoupravljanja propagirajući i primenjujući operaciona istraživanja. Sve se ovo događa, kako već to čini komedijant slučaj, u vreme kada se u akademskom svetu u zapadnim zemljama polažu, u mnogo čemu neosnovane, nade u operaciona istraživanja kao sistemski alat koji radi u korist jednog manje konfliktnog društva zasnovanog na ideologiji samoupravljanja.

Ovo je navedeno sa namerom da se pokaže da neupućenost najčešće radi protiv onih koji se njom služe. U vreme dok još živi centralizovano planiranje – idealno stanje za funkcionalističko korišćenje operacionih istraživanja – neobrazovani ideolozi izražavaju odbojnost prema nečemu što može biti njihov ekstremno važan alat: planiram i to ne bilo kako već optimalno! U vreme ideologije samoupravljanja u SFRJ odnosno u Srbiji, koje se poklapa sa pojavom radikalno humanističke paradigme koja nalazi da je samoupravljanje pravi sled te paradigme i da operaciona istraživanja treba da slede tu paradigmu, opet površno obrazovani a ideološki i politički ambiciozni napadaju upravo ono što bi moglo da bude ultimativni argument u korist ideologije koju neupitno i sasvim nekompetentno zastupaju.

7. O BUDUĆNOSTI SYMOPISA – MOGUĆE POUKE IZ ČETRDESETOGODIŠNJE ISTORIJE

Zvaničan prosečan radni vek ljudi je četrdeset godina. Nakon toga se odlazi u penziju, u najvećem broju slučajeva prestaje sa svrsishodnim aktivnostima, sklonosti za promene nestaju, iskustvo stečeno tokom radnog veka više gotovo nikome i ničemu ne može da služi. Četrdeset godina u životu jedne organizacije odnosno institucije je istorija koja se, u najvećem broju slučajeva, nastavlja (a) petrifikacijom onoga što je bilo, što najčešće vodi ka odumiranju organizacije/institucije, ili (b) nastavkom evolucije na spontan način, bez veće promene paradigme koja je poštovana a koja, u ne malom broju slučajeva, jeste uspešno ponavljanje istorije sopstvenog razvoja ili (c) kritičkim preispitivanjem sopstvene istorije i radikalnom promenom misije postojanja i načina delovanja - kao odziv na promenjeno okruženje, izazovne šanse i upozoravajuće pretnje. SYMOPIS je institucija, izvesno vreme i organizacija, te podleže potrebama razmatranja o tome šta, sa kojom svrhom i kako u budućnosti.

Na osnovu sasvim ličnog uvida, veoma redukovano i ukratko iskazano, nalazim da bi buduća orijentacija SYMOPISA mogla da se koristi i sledećim sugestijama.

- Proširenje područja od sasvim redukovanih, determinističkih, nekonfliktnih sistema, situacija i problema (predmeti kojima se bave operaciona istraživanja) i pristupa od strogo funkcionalističkog (pristupa i načina rešavanja problema pomoću operacionih istraživanja) iz čega bi sledio i odgovarajući odnos prema radovima koji se saopštavaju na konferenciji. U Srbiji, i ne samo tu, već su prevladale sasvim kompleksne, konfliktima opterećene, različitim interesima vođene, u mnogo čemu veoma nehumane situacije, problemi i sistemi. Njihovo rešavanje traži trans-disciplinarni pristup od identifikacije, preko analize i razumevanja sve do formulisanja mogućih rešenja. U pitanju je, dakle, sugestija da se proširi područje delovanja i obogati metodologija primene operacionih istraživanja tako što bi tu orijentaciju stimulisala i ova značajna konferencija.
- Povećana orijentacija na primenu u javnom sektoru, koji treba da postane humanije orijentisan a resursno znatno efikasniji, da bi valjano ispunjavao svoju misiju u moderno vreme. Javni komunalni servisi, zdravstvo, obrazovanje, ekologija, javna administracija, bezbednost, održivi rast i razvoj, civilno društvo, zamena konfliktnih kooperativnim strukturama i mehanizmima, redistribucija i kontrola upotrebe moći itd. su predmeti od velikog razvojnog interesa. Oni traže rešenja koja humanizuju ljudski život i delovanje te su stoga pravi izazovi za moderno shvatanje uloge operacionih istraživanja.

- Gomilanja nepotrebnog, lošeg, unificiranog, jeftinog a ne-efektivnog, čemu prisustvujemo i u čemu učestvujemo, su sam klimaks opskurne industrije i vladavine količina nad kvalitetom i svrhom, sa svim ekološkim i humanitarnim posledicama i gubicima. Ovaj navod podjednako važi i za naučne konferencije i tu je potrebna promena paradigme – od brojnih radova ka samo veoma kvalitetnim jer naučne konferencije služe da se ponudi novo znanje i valjana praksa. Samo one naučne konferencije koje ovo shvate će preživeti.
- Za napred navedeno veoma bi dobrodošlo da se skupu organizatora priključe reprezentanti javnog, civilnog i vladinih sektora.

8. NEIZBEŽNA ZAVRŠNA NAPOMENA – NEŠTO SASVIM LIČNO

SYMOPIS je konferencija koju sa dovoljno razloga nazivam „moja“, posebno tokom prvih dvadesetak godina. Tada sam stekao mnoga prijateljstva i uzajamna uvažavanja zahvaljujući ovoj konferenciji, provodio veoma lepe dane tokom njenog odvijanja, saopštavao svoje i reagovao na tuđe ideje. Nesuglasice koje prate svaki ljudski posao, posebno kada se obavlja posvećeno, trajale su uvek sasvim kratko i bogatile moje iskustvo koliko su to činile sve druge vrsta interakcija. I po tome je ova konferencija za mene bila izvor iskustva koje sam pokušao da presadim na konferenciju kojom se bavim tokom zadnjih dvadeset godina, delom i kao moju sasvim ličnu potrebu da proširim stanovišta sa kojih se mogu i treba da razumeju, analiziraju i rešavaju problemi koji čine naš savremeni lokalni svet.



ОПЕРАЦИОНА ИСТРАЖИВАЊА У САОБРАЋАЈУ: МОЈ ПОГЛЕД

ДУШАН ТЕОДОРОВИЋ^{1,2,3}

¹ Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

² Српска академија наука и уметности

³ Virginia Polytechnic Institute and State University

Памтим да сам први пут учествовао на SYMOPIS-у 1978. године. Био је то, већ тада, један од значајнијих југословенских научних скупова. Следеће године сам први пут изложио и свој рад. Председавајући моје секције је био професор Властимир Матејић. Био сам бескрајно срећан што и ја постајем члан групе људи која је, вођена ентузијазмом, повезивала истраживаче са српских факултета и института, доносећи поред нових научних метода и атмосферу другарства и пријатељства. Јован Петрић, Радивој Петровић, Властимир Матејић, Слободан Губеринић и Слободан Крчевинац су били у то време покретачи SYM OP IS-а. Са операционим истраживањима сам се први пут срео на последипломским студијама на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду. У јесен 1974. године један од пионира операционих истраживања у Србији, професор Светозар Вукадиновић, почео је предавања о линеарном програмирању, теорији масовног опслуживања, теорији поузданости техничких система и симулационим моделима. Ови курсеви су иницирали стварање групе младих људи на Саобраћајном факултету која је почела да се бави применом метода Операционих истраживања у саобраћају. Поред мене, на SYMOPIS-у осамдесетих и деведесетих година су учествовали и Војин Тошић, Обрад Бабић, Јован Поповић и Ранко Недељковић. Доцније су нам се придружили Милорад Видовић, рано преминули Слободан Цветић и Катарина Вукадиновић. После неколико година формирали смо на SYMOPIS-у и саобраћајну секцију. Велики допринос стварању ове секције дао је и професор Слободан Губеринић, тадашњи руководилац групе за Операциона истраживања у Институту “Михајло Пупин”. Сарадња групе из “Пупина” и групе са Саобраћајног факултета резултирала је и организовањем Мини европске конференције о применама операционих истраживања у саобраћају (Херцег Нови, 1987). Другу Мини европску конференцију која је повезивала операциона истраживања и саобраћај направили смо у Будви 1987. године. Поред учешћа на SYMOPIS-у редовно смо учествовали и на свим међународним конференцијама које су, у делу свог програма, имале и методе и примене операционих истраживања (EURO, IFORS, IFAC, IFIP, TRISTAN). Почели смо да публикујемо, уз тешкоће проистекле из недовољног професионалног искуства, и радове у међународним научним часописима из области операционих истраживања и саобраћајног инжењерства.

Успешно решавање сложених проблема који се јављају на транспортним мрежама подразумева примену метода операционих истраживања и вештачке интелигенције као и коришћење савремене рачунарске технике. Методе операционих истраживања користе се у области саобраћајног и транспортног инжењерства преко пола века. Већ су прве примене метода операционих истраживања у саобраћајном инжењерству (Leslie Edie, “Traffic Delays at Tool Booths”, *Journal of the Operations Research Society of America*, 2, 107-138, (1954)) указале су на велике могућности ових метода у математичком моделирању саобраћајних феномена. Операциона истраживања имају дугу традицију и на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду. Истраживачи са Саобраћајног факултета Универзитета у Београду се баве применом метода операционих истраживања и вештачке интелигенције у саобраћају, транспорту, и логистици. Истраживачке активности обухватају развој модела и софтвера у областима планирања, пројектовања, управљања операцијама, и одржавања саобраћајних и транспортних система. Савремене саобраћајне и транспортне системе у развијеним земљама карактерише постојање класичних и нових електронских, комуникационих и информационих технологија уграђених у транспортну инфраструктуру и саобраћајна средства са циљем да се олакша управљање саобраћајним токовима, смање саобраћајна загушења, времена путовања и укупни транспортни трошкови, као и да се подигне квалитет саобраћајних услуга и путовање учини сигурнијим. Прикупљање података, њихова статистичка анализа, развој модела и софтвера за решавање различитих стратегијских, тактичких и оперативних проблема саобраћаја представљају доминанте истраживачке правце. Поред примене традиционалних техника из области

оптимизације, примена теорије вероватноће и стохастичких процеса и техника за управљање саобраћајним, транспортним и логистичким процесима, истраживачке активности на Саобраћајном факултету карактерише и појава радова из области рачунарске интелигенције и прожимање са другим научним дисциплинама.

Како треба да изгледа мрежа линија јавног градског превоза у једном граду? Којим рутама треба да се крећу саобраћајна средства приликом снабдевања продавница? Какав треба да буде облик мреже линија ваздушног саобраћаја у једном региону? Како организовати сакупљање смећа у једном граду? Где лоцирати саобраћајни терминал, станицу службе хитне помоћи, ватрогасну бригаду, полицијску станицу, пошту или хаб? Где лоцирати сензоре за прикупљање информација о параметрима саобраћајних токова? Колико нам треба саобраћајних средстава и којим рутама треба да се крећу ова средства да би се задовољили захтеви за превозом који се јављају на транспортној мрежи? Како расподелити зелена времена на изолованој раскрсници? Како управљати мрежом раскрсница у реалном времену?

Назначени проблеми представљају неке од основних проблема којима се баве операциони истраживачи у саобраћају.

За неке од техника и идеја које данас предајем студентима први пут сам чуо на SYMOPIS-у. Прве верзије радова који данас имају значајну цитираност у свету сам такође прво саопштио на SYMOPIS-у. Незаборавне секције одржаване су осамдесетих година у Херцег Новом у хотелу “Плажа”, када се дешавало да пред зору песму Мирјане Чангаловић прати и по педесетак учесника SYMOPIS-а. Јутарње секције су редовно одржаване иако је већина учесника спавала само по два-три сата.

Моја професионална каријера је практично почела на SYMOPIS-у. Стигао сам до универзитета Европе, Америке и Азије, бавио се истраживачким активностима и предавањима, никада не заборављајући да су драге колеге, од којих неки више нису међу нама, и атмосфера коју су они стварали и доносили утицали на моју преданост послу којим се бавим и развијање жеље да своје искуство пренесем на млађе.

Изабрани истраживачки резултати операционих истраживача са Саобраћајног факултета, Универзитета у Београду

Књиге објављене од стране иностраних издавача:

1. Teodorović, D., “*Transportation Networks*”, Gordon and Breach Science Publishers, New York-London-Paris-Montreux-Tokyo, (1986).
2. Teodorović, D., “*Airline Operations Research*”, Gordon and Breach Science Publishers, New York-London-Paris-Montreux-Tokyo-Melbourne, (1988).
3. Teodorović, D., Vukadinović, K., “*Traffic Control and Transport Planning: A Fuzzy Sets and Neural Networks Approach*”, Kluwer Academic Publishers, Boston-Dordrecht-London, (1998).

Радови објављени у међународним научним часописима (SCI листа-Journal Citation Reports):

1. Tošić, V., Horonjeff, R., Effect of Multiple Path Approach procedures on Runway Landing Capacity, *Transportation Research*, 10, 319-329, (1976).
2. Janić, M., Tošić, V., Terminal Airspace Capacity Model, *Transportation Research A*, 16, 253-260, (1982).
3. Teodorović, D., “Flight Frequency Determination”, *Journal of Transportation Engineering*, 109, 747-757, (1983).
4. Teodorović, D., Tošić, V., “Multi Attribute Ranking of Transport Facility’s Order of Construction -An Airport Network Development Case”, *The Logistics and Transportation Review*, 19, 181-189, (1983).
5. Babić, O., Teodorović, D., Tošić, V., “Aircraft Stand Assignment to Minimize Walking”, *Journal of Transportation Engineering*, 110, 55-66, (1984).
6. Teodorović, D., Guberinić, S., “Optimal Dispatching Strategy on an Airline Network after a Schedule Perturbation”, *European Journal of Operational Research*, 15, 178-183, (1984).
7. Teodorović, D., “Multicriteria Ranking of Air Shuttle Alternatives”, *Transportation Research*, 19 B, 63-72, (1985).
8. Teodorović, D., “Model for Designing Meteorologically Most Reliable Airline Schedule”, *European Journal of Operational Research*, 21, 156-165, (1985).
9. Tošić, V., Teodorović, D., Babić, O., “Optimal Runway Exit Location”, *Transportation Planning and Technology*, 10, (1985).

10. Teodorović, D., Radoš, J., Vukanović, S., Šarac, M., "Optimal Locations of Emergency Service Depots for Private Cars in Urban Areas: Case Study of Belgrade", *Transportation Planning and Technology*, 11, 177-188, (1986).
11. Teodorović, D., "Multi-attribute Aircraft Choice for Airline Network", *Journal of Transportation Engineering*, 112, 634-646, (1986).
12. Popović, J., "Decision making on stock levels in cases of uncertain demand rate" *European Journal of Operational Research*, 32, 276-290, (1987).
13. Babic, O., "Optimization of refuelling truck fleets at an airport", *Transportation Research B*, 21, 479-487, (1987).
14. Teodorović, D., Rallis, T., "A Model for Assigning Vehicles to Scheduled Routes when there is a Shortage of Vehicles", *Transportation Planning and Technology*, 12, 135-150, (1988).
15. Teodorović, D., "Strategy for the purchase of fuel on an airline network", *Transportation Planning and Technology*, 12, 39-44, (1988).
16. Teodorović, D., Krčmar-Nožić, E., "Multicriteria Model to Determine Flight Frequencies on an Airline Network Under Competitive Conditions", *Transportation Science*, 24, 14-27, (1989).
17. Teodorović, D., Stojković, G., "Model for Operational Daily Airline Scheduling", *Transportation Planning and Technology*, 14, 273-286, (1990).
18. Teodorović, D., Kikuchi, S., Hohlačov, Đ., "A Routing and Scheduling Method in Considering Trade - Off Between the User's and the Operator's Objectives", *Transportation Planning and Technology*, 16, 63 - 75, (1991).
19. Teodorović, D., Kikuchi, S., "Application of fuzzy sets theory to the saving based vehicle routing algorithm", *Civil Engineering Systems*, 8, 87 - 93, (1991).
20. Janić, M., Tošić, V., "En-Route Sector Capacity Model", *Transportation Science*, 25, 299-307, (1991).
21. Teodorović, D., Pavković, G., "A Simulated Annealing Technique Approach to the Vehicle Routing Problem in the case of Stochastic Demand", *Transportation Planning and Technology*, 16, 261-273, (1992).
22. Tošić, V., "A Review of Airport Passenger Terminal Operations Analysis and Modeling", *Transportation Research A*, 26, 3-26, (1992).
23. Teodorović, D., Krčmar-Nožić, E., Stojković, G., "Airline Seat Inventory Control by Application of the Simulated Annealing", *Transportation Planning and Technology*, 17, 219 - 233, (1993).
24. Teodorović, D., Babić, O., "Fuzzy Inference Approach to the Flow Management Problem in Air Traffic Control", *Transportation Planning and Technology* 17, 165 - 178, (1993).
25. Vukadinović, K., Teodorović, D., "A Fuzzy Approach to the Vessel Dispatching Problem", *European Journal of Operational Research*, 76, 155 - 164, (1994).
26. Teodorović, D., "Invited Review: Fuzzy Sets Theory Applications in Traffic and Transportation", *European Journal of Operational Research*, 74, 379 - 390, (1994).
27. Teodorović, D., Kalić, M., Pavković, G. "The Potential for Using Fuzzy Set Theory in Airline Network Design", *Transportation Research*, 28B, 103-121, (1994).
28. Teodorović, D., Krčmar Nožić, E., Pavković, G. "The Mixed Fleet Stochastic Vehicle Routing Problem", *Transportation Planning and Technology*, 19, 31-43, (1995).
29. Wright, C., Appa, G., Radoš, J., Vukanović, S., "Spatial aspects of traffic circulation: A review of Alternative Systems", *Transportation Research B*, 29, 1-31, (1995).
30. Popović, J., "Vehicle routing in case of uncertain demand: a Bayesian approach", *Transportation Planning and Technology*, 19, 19-29, (1995).
31. Teodorović, D., Kalić, M., "A Fuzzy Route Choice Model for Air Transportation Networks", *Transportation Planning and Technology*, 19, 109-119, (1995).
32. Teodorović, G., Stojković, G., "A Model to Reduce Airline Schedule Disturbances", *Journal of Transportation Engineering*, 121, 324-331, (1995).
33. Tošić, V, Babić, O., „Air Route Flow Management - Problems and Research Efforts“, *Transportation Planning and Technology*, 19, 63-72, (1995).
34. Tošić, V, Babić, O., Čangalović, M., "Some models and algorithms for en route air traffic flow management", *Transportation Planning and Technology*, 19, 147-164, (1995).
35. Milosavljević, N., Teodorović, D., Papić, V., Pavković, G., "A Fuzzy Approach to the Vehicle Assignment Problem", *Transportation Planning and Technology*, 20, 33-47, (1996).
36. Vukadinović, K., Teodorović, D., Pavković, G., Rosić, S., "A Neural Network Approach to Mitigation of Vehicle Schedule Disturbances", *Transportation Planning and Technology*, 20, 93-103, (1996).

37. Teodorović, D., Pavković, G., "The fuzzy set theory approach to the vehicle routing problem when demand at nodes is uncertain", *Fuzzy Sets and Systems*, 82, 307-317, (1996).
38. Tzeng, G.-H. , Teodorović, D. Hwang, M.-J., "Fuzzy bicriteria multi-index transportation problems for coal allocation planning of Taipower", *European Journal of Operational Research*, 95, 62-72, (1996).
39. Tzeng, G.H., Huang, W.C., Teodorović, D., "Spatial and Temporal Bi-Criteria Parallel Savings-Based Heuristic Algorithm for Solving Vehicle Routing Problems with Time Windows", *Transportation Planning and Technology*, 20, 163-181, (1997).
40. Popović, J., Teodorović, D., "An Adaptive method for Generating Demand Inputs to Airline Seat Inventory Control Models", *Transportation Research B*, 31, 159-175, (1997).
41. Vukadinović, K., Teodorović, D., Pavković, G., "A Neural Network Approach to Vessel Dispatching Problem", *European Journal of Operational Research*, 102, 473-487, (1997).
42. Avella, P; Benati, S; Martinez, LC, ... Dimitrijevic, B., et al., "Some personal views on the current state and the future of Locational Analysis", *European Journal of Operational Research*, 104, 269-287, (1998).
43. Teodorović, D., Lučić, P.," A Fuzzy Set Theory Approach to the Aircrew Rostering Problem", *Fuzzy Sets and Systems*, 95, 261-271, (1998).
44. Teodorović, D., "Airline Network Seat Inventory Control: Fuzzy Set Theory Approach", *Transportation Planning and Technology*, 22, 47-72, (1998).
45. Teodorović, D., Vukanović, S., Obradović, K., "Modeling Route Choice With Advanced Traveler Information by Fuzzy Logic", *Transportation Planning and Technology*, 22, 1-25, (1998).
46. Lučić, P., Teodorović, D., "Multi-Objective Simulated Annealing Model for Aircrew Rostering Problem", *Transportation Research*, Part A, 33, 19-45, (1999).
47. Vukadinović, K., Teodorović, D., Pavković, G., "Neuro-Fuzzy Model for the Vehicle Assignment Problem", *European Journal of Operational Research*, 114, 474-488, (1999).
48. Teodorović, D., "Fuzzy Logic Systems for Transportation Engineering: The State of the Art", *Transportation Research*, 33A, 337-364, (1999).
49. Vukadinović, K., Teodorović, D., Krčmar-Nožić, E., "FMOLP approach to the inland water transportation problem", *Journal of Advanced Transportation*, 33, 295-322, (1999).
50. Teodorović, D., Radivojević, G., "A Fuzzy Sets Approach to the Dynamic Dial-A-Ride Problem", *Fuzzy Sets and Systems*, 116, 23-33, (2000).
51. Babić, O, Krstić, T., "Airspace daily operational sectorization by fuzzy logic", *Fuzzy Sets and Systems*, 116, 49-64, (2000).
52. Radosavljević, Z, Babić, O., "Assigning fighter plane formations to enemy aircraft using fuzzy logic", *Transportation Planning and Technology*, 23, 353-368, (2000).
53. Teodorović, D., Popović, J., Pavković, G., Kikuchi, S., "Intelligent Airline Seat Inventory Control System", *Transportation Planning and Technology*, 25, 155-173, (2002).
54. Teodorović, D., Van Aerde, M., Zhu, F., Dion, F., " Genetic Algorithms Approach to the Problem of the Automated Vehicle Identification Equipment Locations", *Journal of Advanced Transportation*, 36, 1-21, (2002).
55. Bojovic, N., "A general system theory approach to rail freight car fleet sizing", *European Journal of Operational Research*, 136, 136-172, (2002).
56. Kalić, M., Teodorović, D., "Trip Distribution Using Fuzzy Logic and Genetic Algorithm", *Transportation Planning and Technology*, 26, 213-238, (2003).
57. Lučić, P., Teodorović, D., "Computing with Bees: Attacking Complex Transportation Engineering Problems", *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 12, 375-394, (2003).
58. Teodorović, D., "Transport Modeling by Multi-Agent Systems: A Swarm Intelligence Approach", *Transportation Planning and Technology*, 26, 289-312, (2003).
59. Rakas, J., Teodorović, D., Kim, T.," Multi-objective Modeling for Determining Location of Undesirable Facilities", *Transportation Research D*, 9, 125-138, (2004).
60. Jula, H., Vukadinovic, Ioannou, P., "Automated guided vehicle system for two container yard layouts", *Transportation Research C*, 12, 349-368, (2004).
61. Louisell, C., Collura, J., Teodorović, D., Tignor, S., "Simple Worksheet Method to Evaluate Emergency Vehicle Preemption and Its Impacts on Safety", *Transportation Research Record*, 1867, 151-162, (2004).
62. Teodorović, D., Lučić, P, "Schedule Synchronization in Public Transit by Fuzzy Ant System", *Transportation Planning and Technology*, 28, 47-77, (2005).

63. Teodorović, D., Varadarajan, V., Popović, J., Chinnaswamy, M.R., Ramaraj, S., "Dynamic Programming - Neural Network Real - Time Traffic Adaptive Signal Control Algorithm", *Annals of Operations Research*, 143, 121-129, (2006).
64. Teodorović, D., Lučić, P., "Intelligent Parking Systems", *European Journal of Operational Research*, 175, 1666-1681, (2006).
65. Sheth, C., Triantis, K., Teodorović, D., "Performance Evaluation of Bus Routes: A Provider and Passenger Perspective", *Transportation Research E*, 43, 453-478, (2006).
66. Vidovic, M., Kim, Kap Hwan, "Estimating the cycle time of three-stage material handling systems", *Annals of Operations Research*, 144, 181-200, (2006).
67. Teodorović, D., Edara, P., "A Real-Time Road Pricing System: The Case of Two-Link Parallel Network", *Computers & Operations Research*, 34, 2-27, (2007).
68. Teodorović, D., Lučić, P., "The Fuzzy Ant System for the vehicle routing problem when demand at nodes is uncertain", *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 16, 751 - 770, (2007).
69. Lučić, P., Teodorović, D., "Metaheuristics Approach to the Aircrew Rostering Problem", *Annals of Operations Research*, 155, 311-338, (2007).
70. Marković, G., Teodorović, D., Aćimović-Raspopović, V., "Routing and wavelength assignment in all-optical networks based on the bee colony optimization", *AI Communications-European Journal of Artificial Intelligence*, 20, 273 - 285, (2007).
71. Edara, P., Teodorović, D., "Model of an advance-booking system for highway trips", *Transportation Research C*, 16, 36-53, (2008).
72. Teodorović, D., Dell'Orco, M., "Mitigating traffic congestion: Solving the Ride-Matching Problem by Bee Colony Optimization", *Transportation Planning and Technology*, 31, 135-152, (2008).
73. Teodorović, D., Triantis, K., Edara, P., Zhao, Y., Mladenović, S., "Auction Based Congestion Pricing", *Transportation Planning and Technology*, 31, 399-416, (2008).
74. Teodorović, D., "Swarm Intelligence Systems for Transportation Engineering: Principles and Applications", *Transportation Research C*, 16, 651-782, (2008).
75. Netjasov, F., Janić, M., "Review of research on risk and safety modelling in civil aviation", *Journal of Air Transport Management*, 14, 213-220, (2008).
76. Netjasov, F., "A model of air traffic assignment as a measure for mitigating noise at airports: The Zurich Airport case", *Transportation Planning and Technology*, 31, 487-508, (2008).
77. Dell'Orco, M., Teodorović, D., "Data fusion for updating information in modeling drivers choice behavior", *Transportmetrica*, 5, 107-112, (2009).
78. Zhao, Y., Triantis, K., Teodorović, D., Edara, P., "A Travel Demand Management Strategy: The Downtown Space Reservation System", *European Journal of Operational Research*, 205, 584-594, (2010).
79. Šelmić, M., Teodorović, D., Vukadinović, K., "Locating inspection facilities in traffic networks: an artificial intelligence approach", *Transportation Planning and Technology*, 33, 481-493, (2010).
80. Babić, O., Kalić, M., Pavković, G., Dožić, S., Čangalović, M., "Heuristic approach to the airline schedule disturbances problem", *Transportation Planning and Technology*, 33, 257-280, (2010).
81. Jovanović, R., Castelli, L., Babić, O., Tošić, V., "Effects on airline costs of different air traffic management scenarios: An assessment method based on fast-time simulation outputs", *International Journal of Transport Economics*, 37, 327-352, (2010).
82. Davidović, T., Ramljak, D., Šelmić, M., Teodorović, D., "Bee colony optimization for the p -center problem", *Computers & Operations Research*, 38, 1367- 1376, (2011).
83. Netjasov, F., Janić, M., Tošić, V., "Developing a generic metric of terminal airspace traffic complexity", *Transportmetrica*, 7, 369-394, (2011).
84. Triantis, K., Sarangi, S., Teodorović, D., Razzolini, L., "Traffic Congestion Mitigation: combining engineering and economic perspectives", *Transportation Planning and Technology*, 34, 637-645, (2011).
85. Edara, P., Teodorović, D., Triantis, K., Natarajan, S., "A simulation-based methodology to compare the performance of highway space inventory control and ramp metering control", *Transportation Planning and Technology*, 34, 705-715, (2011).
86. Vidović, M., Dimitrijević, B., Ratković, B., "A novel covering approach to positioning ELV collection points", *Resources Conservation and Recycling*, 57, 1-9, (2011).
87. Vidovic, M., Zecevic, S., Kilibarda, M., et al., "The p -hub Model with Hub-catchment Areas, Existing Hubs, and Simulation: A Case Study of Serbian Intermodal Terminals", *Networks & Spatial Economics*, 11, 295-314, (2011).

88. Šelmić, M., Macura, D., Teodorović D., "Ride matching using K-means method: Case study of Gazela bridge in Belgrade", *Journal of Transportation Engineering*, 138, 132-140, (2011).
89. Macura, D., Boskovic, Branislav; Bojovic, Nebojsa; et al., "A Model for prioritization of Rail Infrastructure Projects Using ANP", *International Journal of Transport Economics*, 38, 285-309, (2011).
90. Dimitrijević, B., Teodorović, D., Simić, V., Šelmić, M. "A Bee Colony Optimization Approach to Solving the Anti-Covering Location Problem", *Journal of Computing in Civil Engineering*, 26, 759–768, (2012)
91. Netjasov, F., "Contemporary measures for noise reduction in airport surroundings", *Applied Acoustics*, 73, 1076-1085, (2012).
92. Simić, V., Dimitrijević, B., "Modelling production processes in a vehicle recycling plant ", *Waste Management & Research*, 30, 940-948, (2012).
93. Babić, D., Kalić, M., "Airline route network expansion: Modelling the benefits of slot purchases", *Journal of Air Transport Management*, 23, 25-30, (2012).
94. Netjasov, F., "Framework for airspace planning and design based on conflict risk assessment Part 1: Conflict risk assessment model for airspace strategic planning", *Transportation Research C*, 24, 190-212, (2012).
95. Netjasov, F., "Framework for airspace planning and design based on conflict risk assessment Part 2: Conflict risk assessment model for airspace tactical planning", *Transportation Research C*, 24, 213-226, (2012).
96. Popovic, D., Vidovic, M., Radivojevic, G., "Variable Neighborhood Search heuristic for the Inventory Routing Problem in fuel delivery", *Expert Systems with Applications*, 39, 13390-13398, (2012).
97. Ratkovic, B., Andrejic, M., Vidovic, M., "Measuring the efficiency of a healthcare waste management system in Serbia with data envelopment analysis ", *Waste Management & Research*, 30, 635-638, (2012).
98. Kilibarda, M., Zecevic, S., Vidovic, M., "Measuring the quality of logistic service as an element of the logistics provider offering", *Total Quality Management & Business Excellence*, 23, 1345-1361, (2012).
99. Vujanovic, D., Momcilovic, V., Bojovic, N., et al., "Evaluation of vehicle fleet maintenance management indicators by application of DEMATEL and ANP", *Expert Systems with Applications*, 39, 10552-10563, (2012).
100. Milenkovic, M., Bojovic, N., Ribeiro, Rita Almeida; et al., "A Fuzzy Simulated Annealing approach for project time-cost tradeoff", *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 23, 203-215, (2012).
101. Davidović, T., Šelmić, M., Teodorović, D., Ramljak, D. "Bee Colony Optimization for Scheduling Independent Tasks to Identical Processors", *Journal of Heuristics*, 18, 549-569, (2012).
102. Davidović, T., Jakšić, T., Ramljak, D., Šelmić, M., Teodorović, D., MPI Parallelization Strategies for Bee Colony Optimization, *Optimization*, 2012.
103. Teodorović, D., Šelmić, M., Mijatović-Teodorović, Lj. "Combining Case-Based Reasoning with Bee Colony Optimization for Dose Planning in Well Differentiated Thyroid Cancer Treatment", *Expert Systems with Applications*, 40, 2147-2155, (2013).
104. Andrejic, M., Bojovic, N., Kilibarda, M., "Benchmarking distribution centres using Principal Component Analysis and Data Envelopment Analysis: A case study of Serbia", *Expert Systems with Applications*, 40, 3926-3933, (2013).
105. Ivanovic, I., Grujicic, D., Macura, D., et al. "One approach for road transport project selection", *Transport Policy*, 25, 22-29, (2013).
106. Netjasov, F. Babić, O., "Framework for airspace planning and design based on conflict risk assessment: Part 3: Conflict risk assessment model for airspace operational and current day planning", *Transportation Research C*, 32, 31-47, (2013).
107. Nikolić M., Teodorović D., "Empirical Study of the Bee Colony Optimization (BCO) Algorithm", *Expert Systems with Applications*, 40, 4609-4620, (2013).
108. Nikolić, M., Teodorović, D., "Transit network design by Bee Colony Optimization", *Expert Systems with Applications*, 40, 5945-5955, (2013).
109. Čupić, A., Teodorović, D. "A multi - objective approach to the parcel express service delivery problem", *Journal of Advanced Transportation*, (2013).



POLA STOLEĆA PRIMENA METODA OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA U SRPSKOM RUDARSKOM INŽENJERSTVU

HALF OF CENTURY OF OPERATIONS RESEARCH METHODS APPLICATION IN SERBIAN MINING ENGINEERING

SLOBODAN VUJIĆ

Rudarski institut Beograd, slobodan.vujic@ribeograd.ac.rs

***Sažetak:** Rad je napisan povodom četrdesetog rođendana Simpozijuma za operaciona istraživanja. U radu je dat pregled primena i rezultata primena metoda operacionih istraživanja u srpskom rudarskom inženjerstvu. Rad pruža osnovu za distantnu komparaciju ostvarenog napretka na predmetnom polju.*

***Ključne reči:** rudarsko inženjerstvo, operaciona istraživanja, sinergija rudarstva i operacionih istraživanja.*

***Abstract:** The paper is written on the occasion of the fortieth birthday of the Operations Research Symposium. It presents a review and results of operations research methods in Serbian mining engineering. The paper also provides a foundation for a distant comparison of the subject field advance achieved through the years.*

***Keywords:** mining engineering, operations research, synergy of mining and operations research.*

1. UVOD

Možda najveće otkriće u istoriji, da komad stene u vatri menja materijalno svojstvo - prelazi u metal, prema raspoloživim arheološkim nalazima, čovek je napravio na Rudnoj glavi kod Majdanpeka pre oko osam hiljada godina. Starije korišćenje kremenca vezuje se za selo Rujnik, poznato po nalazima artefakata iz paleolita. U Krivom polju kod Ramađe, u starijem neolitu korišćeni su opal, kalcedon i jaspis. Od tih vremena do danas, od prvobitnog rudarenja – prikupljanja minerala, do današnjih robotizovanih tehnologija, rudarstvo je željno prihvatilo novine i dostignuća koja su pomogla u nastojanju da se priroda potčini potrebama čoveka. Zanimljivo je poređenje savremenih i rudarskih mašina iz srednjeg veka jer bitnih razlika u funkcionisanju nema, razlike su u korišćenim konstruktivnim materijalima; u srednjem veku pretežno drvo i delimično metal, danas metali, raznovrsne legure, sinterovani i drugi savremeni materijali. Razlikuju se i izvori pokretanja, za srednjevekovne mašine to su domaće životinje, hidroenergija potoka i manjih rečica ili čovek, u savremenim su elektro i motori sa unutrašnjim sagorevanjem. Nova generacija robotizovanih rudarskih mašina, naprednija je od prethodnih za ugrađenu veštačku inteligenciju, koja rukovodila mašine čini suvišnim.

Zahvaljujući naučnom i tehnološkom napretku, naročito u drugoj polovini XX stoleća, omogućena je isplativa eksploatacija siromašnih ležišta i bezbedni radovi na velikim dubinama, površinski kopovi dosežu dubine veće od hiljadu metara, a jame tri hiljade metra. Doprinoseći razvoju, sudelujući u generisanju novih tehničko-tehnoloških rešenja, i profilisanju naučnih trendova, mineralno-sirovinski kompleks Srbije gradio je svoju savremenu tehničku i tehnološku fizionomiju i jačao strateški značajnu ekonomsku i društvenu dimenziju. Podrazumevajući pri tome, prihvaćeni kriterijum, da se pojam „mineralno-sirovinski kompleks" vezuje za privrede onih zemalja koje raspolažu mineralnim resursima, i da u privrednoj strukturi zemlje mineralna ekonomija ima značajnu ulogu.

U karakterizaciji rudarstva, ističu se tri osnovne crte. •Prva je, promenljivost i česta ne predvidljivost promena uslova u radnoj sredini. •Druga se odnosi na bezbednost izvođenja rudarskih radova, ona uslovljava jasno definisana tehničko-tehnološka pravila i precizno utvrđene nadzorno-upravljačke tokove. •Treća, kao što je na početku ovog dela napomenuto, odnosi se na spremnost brzog prihvatanja i uvođenja u primenu naučnih, tehničkih i tehnoloških novina i dostignuća. Pobudu u najvećoj meri generišu zahtevi tržišta za sve većim količinama što jeftinijih mineralnih sirovina.

Dakle, rudarsko inženjerstvo je primorano, da brzo uočava, ovladava i efikasno primenjuje nova saznanja i dostignuća koja su od pomoći za postizanje navedenih ciljeva. Otuda i logika sinergije rudarskog inženjerstva i operacionih istraživanja (OI), koja u traganju za rešenjima kreativno združuje probleme mineralno-sirovinskog kompleksa i mogućnosti operaciona istraživanja kao izdašan izvor „terapijskih“ alata.

Iako ova sinergija traje oko pedesetak godina, samo u jednom literaturnom izvoru [4], objavljenom na Symopis-u, šire se analiziraju primene OI u rudarstvu. Slična je situacija i u svetu. U međuvremenu učinjeni su značajni pomaci u razvoju, unapređenju i primeni metoda OI u rudarskom inženjerstvu. U tom smislu rad ima dvojaki značaj, daje pregled primena i rezultate primena OI u rudarskom inženjerstvu, i pruža stajalište za distantnu komparaciju ostvarenog napretka.

2. PRIMENE OI U RUDARSKOM INŽENJERSTVU

Osvajanje mineralnih sirovina je dugotrajan, kompleksan, višestapni intermitiran proces sa neizbežnim pratiocem – rizikom. Proces obuhvata sekvencijalno: geološka istraživanja (prospekcija, detaljna istraživanja, elaboracija), studijske analize i projektovanje, otvaranje ležišta, razvoj rudarskih radova i zaštitu sredine. Osnovna pretpostavka uspešnog vođenja ovakvih tehnologija je efikasan nadzor svih relevantnih procesnih elemenata, značajnih za ocene, prognozu, planiranje, kontrolu realizacije planiranih zadataka i postizanje odgovarajućih proizvodno-ekonomskih efekata. U familiji OI brojne su metode i modeli pogodni za ovu vrstu zadataka u rudarskom inženjerstvu.



Slika 1: Površinski kop gline „Majdan III” Potisje Kanjiža, primenjena višeatributna analiza kod izbora tehnološkog sistema

Posle prvih primene lineranog programiranja 195., ozbiljnije pomake u rešavanju konkretnih problema pomoću metoda OI, pre svega primenama linearnog programiranja, rudarsko inženjerstvo napravilo je šezdesetih godina. To je vreme velikog naučnog iskoraka rudarskog inženjerstva, počinju primene računarskih tehnologija, razvijaju se i uvode u primenu novi kreativni pristupi i metode, gradi se nova inženjersko-kreativna filosofija, rađa se naučna oblast geostatistika, postavljaju principi matematičkog modelovanja i simulacije u rudarstvu i geologiji, stiču saznanja o mogućnostima primena i efikasnosti rešavanja problema metodama OI, i sl.

Pred istraživačima je bio težak, ali izazovan zadatak, paralelno se ovladava novim znanjima i tehnikama, radikalno se menjaju navike, ustaljene metode i načini inženjerskog rada, razvijaju i postavljaju novi pristupi u rešavanju rudarskih i geoloških problema. Nije bilo iskustava, koja bi pomogla bržem napredovanju istraživanja. To je vreme početnih stvaralačkih „muka” i inspirativne posvećenosti istraživanjima, koja su za relativno kratko vreme počela da daju rezultate i da dovode do suštinskih promena u rudarskoj i geološkoj nauci i inženjerstvu.

Metode OI postale su rutinske inženjerske procedure u rešavanju brojnih, tematski različitih rudarskih i geoloških problema. Odomaćene u rudarskom inženjerstvu, OI se danas koriste u svima fazama rudarskog

inženjerstva, od preliminarnih i idejnih sagledavanja i ocena, preko projektovanja, odlučivanja, do procesnih primena u realnom vremenu za podršku odlučivanju u nadzorno-upravljačkim sistemima.

Zbog brojnosti disciplina rudarskog inženjerstva i različitosti operativnog, taktičkog i strateškog značaja rudničkih problema, teško je pobrojati sve primene metoda OI, zato prihvatam rizik da po sopstvenoj oceni navedem najznačajnije:

- Prognoza rudonosnosti;
- Planiranje rudničke proizvodnje na regionalnom ili lokalnom nivou;
- Definisane redosleda radova na otkopavanju ležišta;
- Definisane graničnih eksploatacionih zahvata ležišta;
- Izbor pozicije otvaranja rudnika;
- Izbor koncepcije razvoja rudarskih radova;
- Izbor eksploatacione tehnologije;
- Izbor mašinske strukture tehnološkog sistema;
- Izbor kapitalne i pomoćne mehanizacije na rudnicima;
- Planiranje i vođenje montaže opreme i mašina;
- Sekvencijalno i dinamičko usklađivanje rudničke proizvodnje;
- Izbor tehnologije izgradnje okna, podzemnih objekata i sl.;
- Izbor metode podzemnih rudarskih radova;
- Definisane rasporeda mašina u eksploatacionom polju;
- Definisane eksploatacionog veka rudarskih mašina;
- Izbor transportnog sistema;
- Izbor sistema za zaštitu rudnika od voda;
- Izbor ventilacionog sistema;
- Lokacijsko-alokacijski raspored infrastrukturnih rudničkih objekata;
- Optimizacija rudničke proizvodnje;
- Optimizacija kapaciteta flotacijskih postrojenja;
- Simulacija rudničkih i flotacijskih tehnoloških procesa;
- Homogenizacija (u realnom i proširenom vremenu) korisne mineralne sirovine;
- Definisane zaliha korisnih mineralnih sirovina;
- Definisane zaliha potrošnih materijala (eksploziv, gorivo, mazivo, rezervni delovi i sl.);
- Definisane strukture radne snage;
- Reinženjering granica eksploatacionih zahvata;
- Planiranje i vođenje remontnih aktivnosti;
- Planiranje i vođenje privremene ili trajne obustave rudarskih radova.
- Izbor oblika rekultivacije i uređenja degradiranog predela;
- Planiranje i vođenje rekultivacionih radova;

Nije dostignut granični obim tema rudarskog inženjerstva, rešivih metodama OI. Rađanjem novih ideja, unapređenjem postojećih i razvojem novih metoda OI, lista primena se stalno širi. Iako je veoma ilustrativna, prethodna lista nije faktografski ubedljiva bez konkretnih rezultata i ostvarenih koristi od primena metoda OI u rudarskom inženjerstvu.

3. KORISTI OD PRIMENA OI

Brojnost primena, sama po sebi potvrđuje značaj i koristi rudarskog inženjerstva od OI. U nedostatku prostora za detaljniju analizu koristi od primene OI, navodimo kao orijentirne, rezultate ostvarene na tri projekta iz naše prakse.

Prvi primer odnosi se na primenu višeatributne analize kod izbora tehnološkog sistema površinskog kopa gline „Potisja” iz Kanjiže, slika 1. Od sedam analiziranih sistema, najbolje rangirani kontinualni sistem sa 4 bagera vedričara na otkopavanju gline, 6 transportera za transport gline, i odlagačem na deponiji rovne sirovine u fabričkom krugu, izgrađen je i pušten u rad početkom 2000. Trinaest godina praćenja rada i ostvareni rezultati na sistemu, potvrđuju ispravnost odluke menadžmenta kompanije o prihvatanju i realizaciji rešenja dobijenog višeatributnom analizom. Navodimo značajnije koristi ostvarene uvođenjem u rad ovog sistema: Troškovi transporta smanjeni su za 4 puta u odnosu na ranije troškove; Mesečna potrošnja

nafte smanjena je za 50.000 litara; Potrošnja električne energije je povećana, nafte smanjena, mesečna ušteda na razlici utroška energenata je 24.000 €; Osamnaest izvršilaca je manje na površinskom kopu, a mesečna ušteda oko 40.000 €; Efektivno vreme rada povećano je za 792 časa godišnje; U svim vremenskim uslovima pouzdanost i bezbednost rada sistema je visoka; Efikasnost selektivnog otkopavanja i homogenizacije rovne sirovine je maksimalna. Nema negativnih uticaja na životnu sredinu, nema izduvnih gasova i prašine, buka je minimizirana, i sl.



Slika 2: Površinski kop uglja „Suvodol” REK Bitolj, primenjena višekriterijumska analiza kod izbora mesta i načina otvaranja pov. kopa „Podinska ugljena serija”

Drugi primer odnosi se na tehničko-tehnološki i ekonomski problem ocene optimalnog eksploatacionog veka kapitalnih rudarskih mašina na površinskim kopovima uglja Elektroprivrede Srbije. Dvogodišnja istraživanja tokom 2002-3.godine, rezultirala su definisanjem dinamičkih modela za upravljanje eksploatacionim vekom rudarskih mašina, sa ograničenim i neograničenim intervalom trajanja. Testiranja modela, na kapitalnim mašinama (rotorni bageri i odlagači) Rudarskog basena Kolubara, pokazala su visoku korelativnost rezultata modelskih izračunavanja i saznanja akumulisanih iz prakse sa tradicijom koja traje preko 40 godina.

Treći primer odnosi se na izbor mesta i načina otvaranja površinskog kopa „Podinska ugljena serija” ležišta uglja „Suvodol” Rudarsko-energetskog kombinata Bitolj, slika 2. Višekriterijumska analiza izbora najpovoljnijeg od sedam predloženih rešenja, obuhvatila je osam kriterijuma: karakteristike radne sredine (litologija, geomehanika, hidrogeologija), okružujući uslovi, tehnologija izvođenja radova, uslovi za uspostavljanje transportnih sistema sa trakama za transport jalovinu i ugalj, povoljnost pozicije za razvoj rudarskih radova u polju, investiciona ulaganja, vreme izgradnje, povoljnost pozicije u odnosu na spoljna odlagališta. Provera višekriterijumskog poretka alternativa izvedena konvencionalnom tehno-ekonomskom analizom, pokazala je visoku međusobnu saglasnost. Na predlog projektanta, menadžment rudnika je prihvatio najbolje rangiranu varijantu otvaranja površinskog kopa, u toku je realizacija.

Pretpostavka uspešne primene metoda OI u rudarskom inženjerstvu, je pre svega u izboru, kvantifikaciji ulaznih parametara i u adekvatnoj postavci inicijalnog problemskog modela. Očigledno da je to u navedenim primerima postignuto.

4. ZAKLJUČAK

Posmatrajući put uvođenja i primene metoda OI u rudarsko inženjerstvo, uočljivo da se ušlo u fazu „populizma” u kojoj OI nisu više ekskluzivni matematičko-modelski alati raspoloživi bolje informisanim stručnjacima. To su danas rutinski, standardni alati rudarskog inženjerstva. Ovo je satisfakcija za vizionarstvo nekolicine istraživača koja je na svetskoj sceni pre pola stoleća zakoračila na put kojim su

dosegnuti ovi ishodi. Aktivnim učešćem u ovom povoju, naša rudarska naučna i inženjerska misao ima zadovoljstvo da joj deo te satisfakcije pripada.

Sa napretkom razvoja računarskih tehnologija (hardvera, softvera i tehnike rada), matematičko-modelskih pristupa, unapređenjem i razvojem metoda OI, može se očekivati širenje primena OI i razvoj još pouzdanijih modela za podršku odlučivanju u rudarstvu i geologiji.

LITERATURA

- [1] APCOM, zbornici do 2012.
- [2] Radovi, beleške i dokumentacija autora.
- [3] Vujić, S, et al. (1995). Studija izbora sistema za transport gline od površinskog kopa "Majdan III" do industrijskog kompleksa "Potisje" Kanjiža, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 101.
- [4] Vujić, S. (1998). Operaciona istraživanja i mineralno-sirovinski kompleks, Symopis 1998, Herceg Novi, (51-57).
- [5] Vujić, S., Cvijić, R. (2001). Da li je budućnost stigla, RINT 2001, Prijedor, (31-41).
- [6] Vujić, S. (2002). MAP: A method of multi-attributive prognostication of mineral resources estimation, Computer Applications in the Minerals Industries, A. A. Balkema Publishers, Lisse/Abingdon/Exton (pa)/Tokyo, 2002, (141-144).
- [7] Vujić, S. (2004). A comparative multi-criterion analysis of possible technologies used for selective mining, conveyance and dumping of solum at coal open pit mines of the electric power industry of Serbia, Annual of University of Mining and geology „St. Ivan Rilski”, Part II: Mining and mineral processing, Vol. 47, Sofia, Bulgaria, 2004, (197-200).
- [8] Vujić S. et al. (2010). Optimal dynamic management of exploitation life of the mining machinery: models with undefined interval, Journal of Mining Science, Springer New York, 46(4), 425-430.
- [9] Vujić S. et al. (2010). Optimal dynamic management of exploitation life of the mining machinery: models with limited interval, Journal of Mining Science, Springer New York, 46(5), 554-560.



PRILOG ISTORIJI OPTIMIZACIJE

CONTRIBUTION TO THE HISTORY OF OPTIMIZATION

SERAFIM OPRICOVIĆ

Profesor Beogradskog univerziteta u penziji, Seropric@yahoo.com

Rezime: Daje se prilog istoriji otimizacije prema izvorima informacija dostupnih autoru. Navodjenjem pojedinačnih doprinosa prikazuje se 320 godina razvoja optimizacije i 130 godina višekriterijumske optimizacije. Ukazuje se i na domaće doprinose optimizaciji.

Gljučne reči: optimizacija, višekriterijumska, istorija

Abstract: A contribution to the history of optimization is given according to the available information. The development of optimization within a period of 320 years, and the multicriteria optimization within 130 years, are illustrated by the individual contributions. The domestic contributions to the optimization are pointed out, too.

Keywords: optimization, multicriteria, history

1. UVOD

Rešenja starih grandioznih objekata i funkcionisanje starih sistema navode na pomisao da je optimizacija postojala (verovatno deskriptivna) i pre matematičkih metoda. Drevni graditelji mostova su birali uslove za optimalno rešenje i gradjenje mosta. Upravljanje putnom mrežom Rimskog carstva zahtevalo je osmišljenu organizaciju saobraćaja i sve potrebne aktivnosti za uspešno i bezbedno putovanje.

Matematičke metode optimizacije su se razvijale uz razvoj matematike a njihova primena uz razvoj operacionih istraživanja. Operaciona istraživanja su definisana kao «naučna metoda koja obezbeđuje kvantitativnu osnovu za odlučivanje o operacijama koje su pod kontrolom» (Pertić 1972). A optimizacija se definiše kao nauka koja određuje «najbolje» rešenje određenog matematički definisanog problema. Zadatak optimizacije je da se izvrši izbor najboljeg rešenja iz niza dopustivih rešenja u smislu usvojenog kriterijuma (Petrović 1977, Opricović 1992). Razvoj matematičkih metoda optimizacije počeo je 1696 godine. Međutim, optimizacija je široko primenjivana posle razvoja linearnog programiranja i kada je počela da se koristi simpleks metoda (od 1947). Od 1945 godine optimizacija se razvija simultano sa operacionim istraživanjima.

Optimizacija na osnovu tehničkog ili ekonomskog kriterijuma obuhvata samo jedan deo problema planiranja ili korišćenja sistema. Za optimizaciju složenog sistema, često su potrebna raznorodna razmatranja kao što su ekonomska, inženjerska, socijalna, zakonska i institucionalna. To je izazvalo potrebu da se razvijaju i metode višekriterijumske optimizacije (Pareto 1896, Opricović 1986).

Ovim radom daje se prilog istoriji otimizacije prema izvorima informacija dostupnih autoru. U drugom poglavlju prikazuju se doprinosi razvoju metoda optimizacije u periodu od 320 godina. Treće poglavlje prikazuje 130 godina višekriterijumske optimizacije. Četvrto poglavlje je osvrt na domaće doprinose optimizaciji sa spiskom radova domaćih istraživača od 1970 godine.

2. 320 GODINA OPTIMIZACIJE

Kao prilog istoriji optimizacije, ovde se prikazuju doprinosi razvoju metoda optimizacije do 1974 godine. Posle 1974 došlo je do masovne primene metoda optimizacije u računskim centrima i do objavljivanja radova na domaćim (SYMOPIS, ETAN) i međunarodnim naučnim skupovima i u časopisima.

1696 Johann Bernoulli (1667-1748) švajcarski matematičar, uputio je 1696 godine poziv matematičarima da reše sledeći problem «Brahistohrone»: Telo se kreće pod uticajem gravitacije po šini iz tačke $O(0,0)$ do tačke $A(a,b)$ (u dvodimenzionalnom prostoru). Odrediti trajektoriju $y(x)$ (oblik šine) za koju se kretanje odvija za minimalno vreme.

- Leibniz G. (1646-1716) nemački filozof i matematičar, doprineo je nastanku infinitezimalnog računa; nalaženje ekstremne vrednosti funkcija.
- Newton I. (1642-1727), engleski matematičar, rešio je prvi problem varijacionog računa.
- 1696 L'Hospital G. (1661-1704), francuski matematičar, objavio je knjigu "Diferencijalni račun" (Lopitalovo pravilo).
- 1740 Euler L., opšta teorija varijacionog računa.
- 1795 Gauss C. (1777-1855), nemački matematičar, formulisao je metodu najmanjih kvadrata.
- Lagrange (1736-1813) i Hamilton (1805-1865), dali su nekoliko teorema koje su osnove u metodama optimizacije
- 1847 Cauchy A.L., prikazao je gradijentnu metodu
- Rayleigh (1842-1919), Ritz(1878-1909), Galerkin(1871-1945), doprineli su razvoju aproksimacija funkcija i postavili su osnove za rešavanje problema optimizacije dinamičkih sistema.
- 1870 Walras i Cournot, uvode optimizaciju u ekonomsku teoriju
- 1917 Hancock H. je publikovao prvu knjigu o optimizaciji «Theory of Minima and Maxima».
- 1932 Menger K., prikazao je opštu formulaciju problema trgovačkog putnika
- 1938 Engleski naučnici rešavaju probleme vojnih operacija, rezultat: pobede 1940 godine; smatraju se osnivačima operacionih istraživanja.
- 1939 Kantorovič L.V. definisao transportni problem; specijalni slučaj linearnog programiranja.
- 1941 Hitchcock F.L. Transportni problem i rešenje - "The Distribution of a Product from Several Sources to Numerous Localities".
- 1942 Američki naučnici formiraju grupe operacionih istraživača.
- 1944 Von Neumann J., Theory of Games and Economic Behavior
- 1947 Dantzig G.B., Simpleks metoda doprinosi razvoju linearnog programiranja, Revised Simplex Method 1963.
- 1948 Wiener Norbert (1894-1964), (Ph.D sa 18 godina, na Harvardu), Knjiga: Cybernetics: or, Control and Communication in the Animal and the Machine.
- 1949 Prvi međunarodni kongres o optimizaciji (34 rada).
- 1951 Kuhn H. and Tucker A., Kun-Takerova teorema u NLP, uslovi optimalnosti.
- 1952 Markowitz H., kvadratno programiranje u teoriji portfolija (Nobelova nagrada)
- 1954 Dantzig G.B., Solution of a large-scale traveling salesman problem
- 1957 Bellman R., osnove dinamičkog programiranja
- 1958 Bellman R., Routing problem (najkraći put u mreži)
- 1958 Gomory R.E., Integer solutions to linear programs
- 1962 Holland J.H., Adaptive systema – genetic algorithm
- 1965 Zadeh L.A., Fuzzy Sets
- 1966 Lietmann G., Introduction to Optimal Control
- 1967 Aoki M., Optimization of Stochastic Systems
- 1969 Powell M.J.D., Lagrangian method
- 1969 Fletcher R., knjiga: Optimization
- 1969 Bryson A., Applied Optimal Control
- 1970 Bellman R.E. and Zadeh L.A., Decision-making in a Fuzzy Environment
- 1970 Moder J., Project Management – CPM and PERT
- 1971 Yen J.Y., k-shortest looples paths in a network
- 1974 Wets R.J.B., Stochastic programs: The equivalent deterministic problem

3. 130 GODINA VIŠEKRITERIJUMSKE OPTIMIZACIJE

Kao prilog istoriji višekriterijumske optimizacije, ovde se prikazuju doprinosi razvoju ove oblasti do 1990 godine. Do 1990 godine razvijene su metode za višekriterijumsko odlučivanje i optimizaciju a posle toga istraživanja su usmeravana na primene i na dopunu ili proširivanju postojećih metoda.

- 1881 Edgeworth, F.Y., Prvi koncept neinferiornosti u knjizi "Mathematical Psychics"
- 1885 Cantor G., Dobro uredjeni skupovi
- 1896 Pareto Vilfredo (1848-1923), francusko-italijanski ekonomist i inženjer, objavio je 1896 godine knjigu "Cours d'ekonomie politique" i uveo je koncept "maksimalnog benefita za sve učesnike (igrače) u datoj situaciji". Smatra se da je to prva postavka problema višekriterijumske optimizacije.
- 1951 Kuhn H.W. i Tucker A.W., Uveden koncept Pareto optimalnosti
- 1951 Arrow K.J., Social Choice and Individual Values

- 1963 Zadeh L.A., Optimality and Non-Scalar Valued Performance Criteria
 1967 Da Cunha N.O., Vector-Valued Criteria
 1968 Geoffrion A.M., Vector Maximization, Proper Efficiency
 1971 Benayoun R.J., STEM (Step) Method
 1972 Blaquiere A.L., Pareto Equilibra (in N-Person Games)
 1972 Roy B., La metode ELECTRE II
 1972 Lee S.M., Goal Programming
 1972 Ivanović B., Klasifikacija, statistička mera I-odstojanje
 1973 Mac-Crimmon K.R., An Overview of Multiple Objective Decision Making
 1973 Yu P.L., Group Decision Problem (kompromisno rešenje)
 1973 Zeleny M., Compromise Programming
 1974 Haimes Y.Y., The Surrogate Worth Trade-Off Method
 1975 First International Conference on MCDM
 1975 Gembicki F.W., The Goal Attainment Method
 1975 Keeney R.L., Multiattribute Utility Theory
 1975 Wallenius J., Interactive approaches to multicriterion optimization
 1975 Cohon J., Evaluation of Multiobjective Programming Techniques
 1976 Keeney R.L., Preferences and Value Tradeoffs
 1977 Goicoechea A., PROTRADE Method (Probabilistic Trade-off)
 1977 Yu P.L., Decision Dynamic, Negotiation
 1978 Charnes A., DEA method (Data Envelopment Analysis)
 1979 Opricović S., Prilog metodama za višekriterijumsku optimizaciju (Doktorska disertacija)
 1980 Saaty T.L., The Analytical Hierarchy Process
 1981 Hwang C.L., TOPSIS Method
 1986 Brans J.P., PROMETHEE Method
 1989 Goldberg D.E., Genetic Algorithms for Optimization
 1990 Opricović S., Metoda i programski paket VIKOR

4. DOMAĆI DOPRINOSI OPTIMIZACIJI

4.1. Doprinosi optimizacije u gradjevinarstvu

Slede doprinosi domaćih istraživača u oblasti optimizacije sistema u gradjevinarstvu do 1974 godine (kao primer određene oblasti primene).

- 1886 Milan Andonović, Teorija najmanjih kvadrata (primena u geodeziji) – knjiga
 1907 Milutin Milanković, Najracionalna konstruktivna visina i razmak rebara kod Enebikove tavanice (minimum troškova) – članak
 1933 Dragan Petrović, Metoda za izbor jedne varijante železničke pruge sa gledišta eksploatacije – članak
 1934 Kirilo Savić, Gradjenje železnica – knjiga (Najpovoljniji uspon se određuje minimizacijom godišnjih troškova transporta i gradjenja)
 1938 Djordje Lazarević, Racionalno dimenzionisanje savijnih nosilaca od armiranog betona (minimum koštanja nosača)- članak
 1955 Živko Vladislavljević, Prilog istraživanju optimalne organizacije proizvodnih procesa - doktorska disertacija
 1956 Savo Janjić, Najpovoljniji profil spuštalice ranžirnih stanica – članak
 1957 Miladin Pečinar, Kompleksno korišćenje vodnih tokova - članak
 1965 Slavoljub Jovanović, Optimalni režim eksploatacije hidroelektrane sa akumulacionim basenom - doktorska disertacija
 1968 Miodrag Milosavljević, Optimalna visina kontinualnih rešetkastih nosača – članak
 1968 Bogdan Trbojević, Primena metode optimizacije rasporeda proizvodnih kapaciteta - članak
 1968 Aleksej Postnikov, Optimalni raspored masa pri mehanizovanom izvodjenju zemljanih radova - članak
 1972 Jovan Petrić, Jedan model optimizacije u gradjevinarstvu - članak
 1974 Živojin Prašćević, Jedan postupak optimizacije ciklogramskog plana – članak
 1974 Branislav Djordjević, Prilog rešavanju problema dimenzionisanja akumulacionih basena i planiranja njihovog korišćenja (doktorska disertacija)
 1974 Serafim Opricović, Optimizacija višenamenskog akumulacionog jezera hidroelektrane – primena dinamičkog programiranja (magistarski rad)

4.2. Izabrane domaće aktivnosti i radovi

Računski centar Matematičkog instituta SANU je počeo sa radom 1968. Jedan od prvih računara u Beogradu bio je IBM 360 sa 64 Kbyta memorije. Jezik komunikacije sa računarem je bio FORTRAN. Računaru je saopštavan zahtev za rad preko bušenih kartica a on je objavljuvao rezultat preko velikog štampača. U Računskom centru se obučavali i radili, pored programera Matematičkog instituta, i saradnici iz Instituta «M.Pupin», Instituta «J.Černi», Rudarskog instituta, Instituta za kukuruz, Rada, i drugih institucija. Korišćenje takvog računara omogućilo je široku primenu optimizacije i drugih metoda planiranja, kao i statističkih analiza. Prvi programski paket za primenu linearnog programiranja urađen je 1971 godine i primenjen je za izradu plana proizvodnje fabrike azotnih đubriva u Pančevu. Radjeni su prvi programi za primenu dinamičkog programiranja na dimenzionisanje višenamenskih akumulacionih jezera u okviru studija pregradnih mesta u slivu Vardara (1975).

Prvi simpozijum o operacionim istraživanjima (SYMOPIS) održan je 1974, posle toga je održavan jedanput godišnje, a 2013 je održan 40-ti SYMOPIS. SYM-OP-IS doprinosi razvoju i primeni operacionih istraživanja u najznačajnijim oblastima ljudskih delatnosti. U okviru sekcija «Matematičko programiranje» i «Višekriterijumska analiza i optimizacija» prikazivani su radovi o razvoju i primeni metoda optimizacije, mada i u drugim sekcija su prikazani radovi o optimizaciji raznih sistema i procesa. I na Konferencijama ETAN-a objavljuvani su radovi koji su doprinosili razvoju i primeni optimizacije.

Biblioteka operacionih istraživanja prikazuje knjige među kojima ima nekoliko o optimizaciji (Petrić 1972, Vuleta 1986, Opricović 1986, Čupić 1987, Opricović 1992, Cvetković 1996). U časopisu YUJOR (Yugoslav Journal of Operations Research), od 1991 godine, domaći i strani autori objavljuju radove iz operacionih istraživanja uključujući i optimizaciju. YUJOR ima kvalitet međunarodnog časopisa.

Sledi spisak radova domaćih istraživača koji su doprineli razvoju teorije i/ili primeni metoda optimizacije (od 1970 godine).

- Filipović V., Medanić J., Andjelić M., (1970) Optimal control of a stochastic control system with an external estimator, IFAC Symposium on System Eng. Approach to Computer Control, Kyoto, Japan.
- Opricović S., (1970) Optimizacija akumulacionog jezera kao dinamičkog sistema sa stohastičkim ulazom, Matematički vesnik 7 (22) sv.4, Beograd.
- Djordjević A., Jakovljević V., Opricović S., (1971) Matematički model plana proizvodnje fabrike azotnih đubriva (primena linearnog programiranja), Kongres za hemijsko inženjerstvo i procesnu tehniku, Beograd.
- Petrić J., (1972) Operaciona istraživanja I i II, Economica, Beograd.
- Stojić M., (1973) Analitičko projektovanje optimalnog regulatora u multivarijabilnom sistemu, ETAN.
- Tomović R., Vukobratović M., Rakić R., (1974) Osnovi nelinearnog upravljanja, Naučna knjiga, Beograd.
- Opricović S., Djordjević B., (1976) Optimal Long-Term Control of a Multipurpose Reservoir With Indirect Users, Water Resources Research, 12 (6), 1286-1290 (Primena dinamičkog programiranja).
- Popović B., Dragović M., Djordjević A., (1976) Optimizacija ulazne impedance cilindrične antene, Zbornik ETAN-a. Opatija
- Tomović R., Karplus W.J., (1977) Control of Large Systems: Trends and Perspectives, University of California, Los Angeles.
- Cvetković D., Milić M., (1977) Teorija grafova i njene primene, Naučna knjiga, Beograd.
- Petrović R., (1978) Specijalne metode u optimizaciji sistema, Tehnička knjiga, Beograd.
- Duckstein L., Opricović S., (1980) Multiobjective Optimization in River Basin Development, Water Resources Research, 16 (1), 14-20.
- Vujošević M., Petrović R., Šenborn A., (1981) Višekriterijumsko određivanje najboljih puteva – primena principa Pareto optimalnosti, Zbornik radova, SYM-OP-IS, Herceg Novi, 383-393.
- Teodorović D., Guberinić S., (1984) Optimal dispatching strategy on an airline network after a schedule perturbation, European Journal of Operational Research 15 (2), 178-182
- Vuleta J., (1986) Metode ekstremizacije na grafovima, Naučna knjiga, Beograd
- Opricović S., (1986) Višekriterijumska optimizacija, Naučna knjiga, Beograd. UDK 626(497.1)
- Čupić M., (1987) Uvod u teoriju odlučivanja, Naučna knjiga, Beograd.
- Zlobec S., Petrić J., (1989) Nelinearno programiranje, Naučna knjiga, Beograd.
- Opricović S., (1990) Programski paket VIKOR za visekriterijumsko kompromisno rangiranje, Zbornik radova, SYM-OP-IS, Kupari, 663-666.
- Opricović S., (1992) Optimizacija sistema, Nauka, Beograd. ISBN 86-7621-065-9
- Petrović R., Vujošević M., Petrović D. (1993) Optimizacija redundantnih sistema, Saobraćajni fakultet, Beograd.

- Vujošević M., (1994) Algoritam obeležavanja za višekriterijumsko određivanje najboljih puteva u mreži, Konferencija ETRAN, Niš.
- Cvetković D., Kovačević-Vujčić V., (1996) Kombinatorna optimizacija, Društvo operacionih istraživača. Beograd
- Čangalović M., Kovačević-Vujčić V., Ivanović L., Dražić M., Ašić M., (1996) Tabu search: a brief survey and some real-life applications, YUJOR, 6 (1).
- Vujić S., Čirović G., (1996) Production planning in mines using fuzzy linear programming, YUJOR, (6) 2.
- Lučić P., Teodorović D., (1999) Simulated annealing for the multi-objective aircrew rostering problem, Transportation Research Part A: Policy and Practice 33 (1), 19-45.
- Opricović S., Tzeng G.H., (2000) Multicriteria Genetic Algorithm, SYM-OP-IS, Beograd, 545-548.
- Savić G., Martić M. (2001) DEA metoda - nov pristup u ocenjvanju efikasnosti, Strategijski menadžment 2, 25-30.
- Cvetković D., Hansen P., Kovačević-Vujčić V., (2004) On interconnections between combinatorial optimization and extremal theory, YUJOR, 14(2).
- Tadić D. (2005) Fuzzy multi-criteria approach to ordering policy ranking in a supply chain, YUJOR, 15(2).
- Prešić S., (2007) A new solving procedure by m-M calculus for problems of constrained optimization, YUJOR, 17 (1)
- Djuranović-Miličić N., (2008) A multi-step curve search algorithm in nonlinear optimization, YUJOR, 18(1).

4.3. Istorija metode VIKOR

Metoda VIKOR (VišeKriterijumska Optimizacija i Kompromisno Rešenje) je domaća metoda poznata i međunarodnoj javnosti.

Prva definicija kompromisnog rešenja je data u radu

Yu, P.L., (1973) A Class of Solutions for Group Decision Problems. Management Science 19(8), 936-946.

A prve osnove metode kompromisnog programiranja u

Zeleny M., (1973) Compromise programming, in Multiple Criteria Decision Making, edited by J.L.Cochrane and M.Zeleny, pp. 262-301, University of South Carolina Press, Columbia.

Osnove metode kompromisnog programiranja je razradio i primenio Opricović u doktorskoj disertaciji «Prilog metodama za višekriterijumsku optimizaciju sa primenom na vodoprivredne sisteme», Elektrotehnički fakultet u Beogradu, 1979. Tada je razvijena i metoda dimamičko kompromisno programiranje za dinamičke sisteme. Primena metode kompromisnog programiranja je publikovana 1980 u SCI časopisu (rad sa 53 citata u SCOPUS, a 78 u Wiley Library i 181 u Google Scholar). Jedna primena je prikazana na domaćem skupu u radu

Opricovic S., (1980) Višekriterijumsko rešenje razvoja rudarstva u jednom karstnom predelu, Zbornik radova sa SYM OP IS-a, Herceg Novi, 1980.

Metoda je objavljena i u knjizi (Opricović 1986, Oktobarska nagrada 1987).

Posle više usavršavanja i primena nastala je verzija metode koja je nazvana VIKOR. Naziv VIKOR se pojavio 1990 na domaćem skupu SYMOPIS. Kasnije je autor objavio i 9 radova o razvoju metode VIKOR i njenim primenama u časopisima sa SCI liste (u periodu 2002-2011). Rad iz 2004

Opricović S. and G.H.Tzeng, (2004) The Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, European Journal of Operational Research, 156 (2), 445-455

je identifikovan 2009 od Thomson Reuters Essential Science IndicatorsSM (Science Watch, Apr.2009) kao najcitiraniji rad u oblasti ekonomije i poslovanja (tada citiran 68 puta, a u Martu 2013 ima 367 citata prema bazi SCOPUS i 581 prema Google Scholar).

Kompletna uporedna analiza osnova metoda VIKOR, TOPSIS, ELECTRE i PROMETHEE je data u radu

S.Opricovic and G.H. Tzeng, 2007, Extended VIKOR method in comparison with outranking methods, European Journal of Operational Research 178, No. 2, pp. 514–529. (141 citata u SCOPUS, 213 u Google Scholar).

Proširenje VIKOR-a za optimizaciju u uslovima neizvesnosti je objavljeno u radu

Opricović S., (2011) Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning, Expert Systems with Applications 38, 12983-12990.

Ustanovljeno je da 112 radova (SCI) inostranih istraživača u naslovu imaju VIKOR, a 238 u abstraktu, što ukazuje na dobru prihvatljivost i primenljivost metode VIKOR.

5. ZAKLJUČAK

Ovo je jedno lično vidjenje istorije optimizacije. Članak je mali doprinos istoriji optimizacije prema informacijama dostupnih autoru. Neka ovaj rad bude izazov svim istraživačima da dopunjuju materijal za istoriju optimizacije. Potreban je prikaz radova domaćih istraživača za istoriju optimizacije u raznim oblastima, ovde je dato samo za gradjevinarstvo. Posebno prikazati poznatije domaće doprinose razvoju optimizacije.



VLASTIMIR M. IVANOVIĆ – PRVI SRPSKI OPERACIONI ISTRAŽIVAČ

VLASTIMIR IVANOVIĆ – FIRST SERBIAN OPERATIONAL RESEARCHER

SPASOJE MUČIBABIĆ¹, MILAN MARTIĆ², OBRAD ČABARKAPA³, ĆIRKOVIĆ DRAGAN⁴, RADOSLAV ĐUKIĆ⁵

¹ Beograd, mucibabicspasoje@yahoo.com

² Fakultet organizacionih nauka, Beograd, milan@fon.rs

³ Uprava za stratezijsko planiranje Ministarstva odbrane, Beograd, obrad.cabarkapa@mod.gov.rs

⁴ Uprava za planiranje Generalstaba, cirazak@yahoo.com

⁵ JKP, Beograd, rade.djukic@beogradskagroblja.rs

Rezime: U ovom radu napravljen je pokušaj da se detaljnije prikaže rad pukovnika Vlastimira Ivanovića, prvog operacionog istraživača. U radu se pored biografskih podataka daje prikaz njegovog članka objavljenog 1940. godine u Vojnoekonomskom glasniku. Ovaj članak se smatra pionirskim radom pripadnika Vojske, kao pojedinačni izolovani slučaj iz operacionih istraživanja sa ostvarenim visokim rezultatima, koji će kasnije dati doprinos razvoju i usavršavanju oblasti Operacionih istraživanja.

Ključne reči: Prvi operacioni istraživač, Transportni zadatak, Princip najveće ekonomije.

Abstract: This work attempts to show detailed work of Colonel Vlastimir Ivanovic, first operational researcher. In this paper, was provided, in addition of biographical data, an overview of his article published in 1940. in military economic Gazette. This article is considered to be the pioneer work in the Army, as a single isolated case in operations research from the high results achieved, which would later contribute to the development and improvement of the field of operational research.

Keywords: first operational researcher, the transportation task, the principle of maximum economy

1. UVOD

Početak primene operacionih istraživanja na našim prostorima¹, vezuje se za rad intendantskog pukovnika srpske vojske Vlastimira Ivanovića.

Rešavanje brojnih zadataka za potrebe Vojske je nezamislivo bez primene operacionih istraživanja. Sagledavanju i prikazu načina rešavanja vojnih zadataka, nesumnjivo poseban značaj daju simpozijumi o operacionim istraživanjima, kao jedan od oblika organizovanog rada iz ove oblasti. Ova činjenica još više dolazi do izražaja ako se ima u vidu da se, prvi stručni članak iz oblasti operacionih istraživanja, bez dileme, pojavljuje kao rezultat rada pripadnika Vojske. Sada posmatrano već daleke 1940. godine, pukovnik Ivanović je, u tadašnjem časopisu „Vojnoekonomski glasnik“, koga je uređivalo i izdavalo Ekonomsko odeljenje Ministarstva Vojske i Mornarice, objavio članak pod nazivom: „Pravila za proračun potrebnog broja transportnih sredstava“. Ovaj rad pukovnika Ivanovića se posmatra kao pojedinačan izolovani slučaj postignutih rezultata iz oblasti operacionih istraživanja, jer je nastao mnogo pre početka organizovanog i neprekidnog rada na razvoju i primeni operacionih istraživanja.

U radu je pored prikaza biografskih podataka pukovnika Ivanovića, dat osvrt na njegov članak. Posebno su istaknuta pravila do kojih je došao a koja su zasnovana na Principu najveće ekonomije, koga koristi za određivanje potrebnog broja transportnih sredstava sa ciljem rešavanja određenog transportnog zadatka. U svom radu, on daje analizu kako se izračunava minimalni broj vozila potrebnih za prevoz određene količine materijala uz određene pretpostavke: prvo, kada je potrebno obezbediti redovno snabdevanje u slučaju da je dnevna potrošnja materijala konstantna i drugo, kada se za određeni vremenski period treba prevesti određena količina materijala.

¹ Pod ovim prostorima se podrazumevaju, kako Republika Srbija, tako i ostale države koje su nekada bile u sastavu Kraljevine Jugoslavije.

2. VLASTIMIR IVANOVIĆ – BIOGRAFSKI PODACI

Vlastimir Ivanović rođen je 18. januara 1897. godine u selu Rabrovu, opština Rabrovo, banovina Dunavska, vojni okrug Požarevački, a umro 2. Novembra 1972. u Beogradu. U građanstvu je završio osnovnu školu i šest razreda gimnazije. Prema podacima iz Kartona ličnih i službenih podataka oficira² po narodnosti se izjašnjavao kao Jugosloven a vera istočno-pravoslavna. Od stranih jezika prilično je poznao francuski (čita piše i govori), dok je nemački nešto slabije poznao.



(1897 – 1972)

Od 1913. godine do 1941. godine bio je aktivni oficir u Kraljevini Jugoslaviji. U pogledu vojnog obrazovanja, završio je Nižu školu Vojne Akademije u periodu od 13. oktobra 1913. do 23. jula 1914. godine, gde mu se ovaj period računao u služenje dvogodišnjeg vojnog roka. Ukazom br. 2621 od 26. oktobra 1914. godine unapređen je u čin artiljerijskog potporučnika. Dalje, tokom svoje profesionalne vojne karijere bio je unašpređivan u više činove (u čin poručnika – 1918. godine, u čin kapetana II klase – 1920, u čin kapetana I klase – 1922, u čin majora – 1927, u čin potpukovnika – 1932 i u čin pukovnika 1937. godine). Završio je Višu Intendantsku školu u Parizu 1925-1926. godine. Ovaj period školovanja u Parizu se tada smatrao kao služba u stranoj državi u svojstvu slušaoca. Usavršavao se u intendantskoj službi, za šta je smatrao da ima najviše sposobnosti.

Učestvovao je u Prvom svetskom ratu od 1914 do 1918. godine kao pripadnik Srpske vojske. U periodu od 30. oktobra 1914. godine do februara 1915. godine bio je na službi pri Štabu Timočkog poljskog puka a nakon februara 1915. godine do rasformiranja nalazio se na Krfu u činu vodnika u Prvoj francuskoj brdskoj bateriji a zatim do 25. januara 1925. godine u činu vodnika u Trećoj bateriji Timočkog brdskog divizionu. Ukazom od 28. juna 1927. godine preveden je iz roda artiljerije u intendantsku službu, kada je i proizveden u čin intendantskog majora.

Do završetka Više Intendantske škole u Parizu, nalazio se na dužnostima ađutanta, komandira i slušaoca u nekoliko vojnih jedinica, da bi se nakon završetka ove vojne škole nalazio na upravnim i komandnim dužnostima koje su bile usko vezane sa intendantskom strukom. Nalazio se na dužnostima od upravnika, i načelnika intendature, do šefa intendantskog odseka pri Glavnom Đeneralštabu i Ministarstvu Vojske i Mornarice.

Za svoj rad i vojne zasluge, posebno za vreme Prvog svetskog rata, je više puta odlikovan. Nosilac je Karađorđeve zvezde sa mačevima IV reda, Zlatne i Srebrene medalje za hrabrost, Francuskog ratnog krsta, Talijanske medalje, Ordena Svetog Save IV reda i Ordena Jugoslovenske Krune III reda.

Pukovnik Ivanović se u periodu od 1941. godine do 1945. godine nalazio u zarobljeništvu. U trenutku kapitulacije nalazio se na dužnosti referenta garnizonskog odseka Ministarstva vojnog u Sarajevu.

Nakon povratka iz zarobljeništvu, stupio je u Jugoslovensku Armiju 28. oktobra 1944. godine, kada mu je i priznat čin pukovnika. Tada je naredbom načelnika ekonomskog odeljenja Vrhovnog Štaba Narodnooslobodilačke Vojske, raspoređen na dužnost nastavnika oficirskog intendantskog kursa.

Pukovniku Ivanoviću su oduzeta sva građanska i politička prava 31. decembra 1945. godine kada je osuđen na dve godine zatvora i oduzimanje čina³. Ovakva presuda je izrečena na osnovu optužbe za neprijateljski rad u zarobljeništvu.

² Karton ličnih i službenih podataka oficira (vojnih činovnika) koji se vodio pri Ministarstvu Vojske i Mornarice Kraljevine Jugoslavije (izvor Vojni Arhiv Ministarstva odbrane 2013. godine).

³ Podaci preuzeti sa mikrofilma (Kartona personalnih podataka), koji je arhiviran u Upravi za kadrove Ministarstva odbrane.

3. PRIKAZ PRVOG RADA IZ OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA

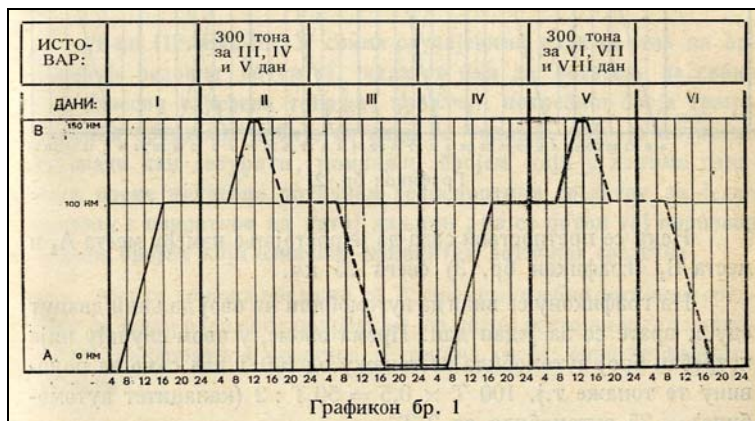
Početak operacionih istraživanja na našim prostorima vezuje se za intendantskog pukovnika Vlastimira Ivanovića, i smatra se, da je on naš prvi operacioni istraživač⁴ [1] i [2]. On je davne 1940. godine objavio rad, pod nazivom: „Pravila za proračun potrebnog broja transportnih sredstava“ [3]⁵. Smatra se da ovaj rad ima istorijski značaj [4], sa čime su i uklonjene dugogodišnje dileme o tome ko je naš prvi operacioni istraživač.

U tekstu koji sledi, biće prikazani ključni detalji iz članka pukovnika Ivanovića, koji je objavljen pre 73 godine[3]. Pojedini grafički prikazi, tabelaran prikaz kao i pojedini delovi teksta su u izvornom obliku preuzeti iz ovog rada⁶.

U uvodnom delu ovog članka, pukovnik Ivanović se osvrće na rešavanje organizacionih potreba dotura određene količine raznog materijala, potrebnih za snabdevanje jedinica u ratnim uslovima. Ističe da se pojavom vozova kao prevoznog sredstva stvar promenila, ali je i dalje bio prisutan problem dotura od iskrčnih stanica do trupa tj. korisnika, što je u to vreme zadavalo i dalje ogromne teškoće. Pored železnice i dalje je bilo neophodno imati na raspolaganju određena transportna sredstva, radi obezbeđivanja blagovremenog dotura radi svakodnevnih potreba jedinica na određenoj lokaciji. Takođe, navodi potrebu za preduzimanjem niza organizacionih mera koje u krajnjem zahtevaju veliki broj transportnih sredstava. Cilj članka nije bio da se bavi tim organizacionim merama, nego da ukaže mlađim čitaocima da je potrebno zavesti najveću ekonomiju pri korišćenju transportnih sredstava. U svom članku, pukovnik Ivanović ističe: „Zbog toga, pri traženju transportnih sredstava treba imati u vidu imperativno načelo da ih treba tražiti samo onda, onoliko i za ono vreme koliko je to neophodno potrebno“. U članku daje način kako se proračunava potreban broj transportnih sredstava sa ciljem da mlađi intendantski organi ne bi pravili greške u svojim zahtevima.

U radu daje prikaz proračuna koristeći konkretne primere a nakon toga dedukcijom dolazi do jednostavnih pravila koja će važiti za sve slučajeve.

U primeru, koji prikazuje u radu polazi od pretpostavke da iz mesta A u mesto B koje je udaljeno 150 km⁷, treba svakog dana obezbediti dotur od 100 tona određenog materijala i da na raspolaganju ima automobil kapaciteta 2 tone. Na slici br. 1 daje se grafički prikaz sa koga je vidljivo, da je automobilima za jedan odlazak i povratak (jedan turnus) potrebno tri dana. Znači da će svaki treći dan jedinica dobijati 300 tona materijala, za šta je neophodno angažovati 150 vozila kapaciteta 2 tone.



Izvor: [3], obrada autori

Slika 1: Grafički prikaz dotura za svaki treći dan

Računa da je dužina dnevnog marša automobila 100 km⁸. Za 100 tona materijala, potrebno je 50 vozila od 2 tone, ali se ova količina na ovakav način može doturiti tek svakog trećeg dana. Znači da je potrebno vozila za utovar ne 100 tona, nego trostruko tj 300 tona odnosno 150 automobila. Ovih 150 automobila se ne

⁴ Ova tvrdnja je izneta na Jugoslovenskom simpozijumu o operacionim istraživanjima (YU-SYM-OP-IS), održanom 1984. godine.

⁵ Rad je objavljen u Vojnoekonomskom glasniku, sveska 1-3, strana 1-10, januar-mart 1940. godine. Časopis je uređivan i izdavan od strane Ekonomskog odeljenja Ministarstva Vojske i Mornarice.

⁶ Originalna verzija rada data je u prilogu.

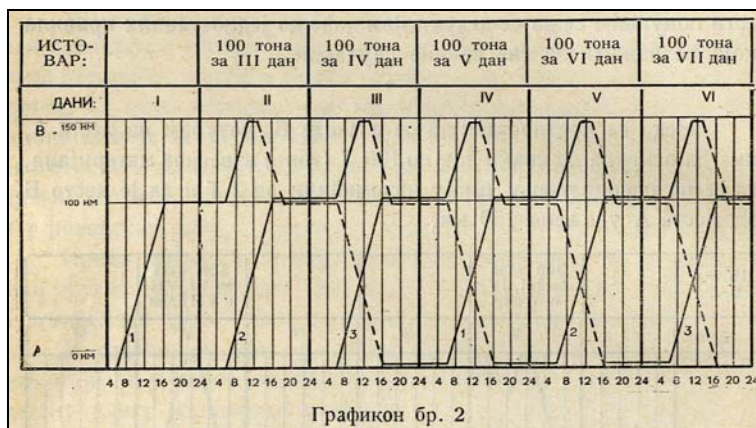
⁷ Prema mišljenju autora ovog rada, pukovnik Ivanović u ovom primeru uzima veću razdaljinu koju automobil ne može savladati za jedan dan. Kasnije u radu kao primer uzima manju razdaljinu, tako da je automobil može savladati, čak i više puta za jedan dan.

Ovakvim primerima, pukovnik Ivanović, će upravo doći do određenih zaključajka, koje će pretočiti u dva pravila.

⁸ Tada, 1940 godine, prema pravilu: „Opšta ratna služba“, dužina dnevnog marša automobila je iznosila 75 km, ali je autor u radu koristio podatak od 100 km radi, bolje i jednostavnije pregljednosti.

upućuju odjednom istog dana, nego će se svakog dana slati kolona od 50 automobila i time se osigurava snabdevanje svakog dana od 100 tona materijala.

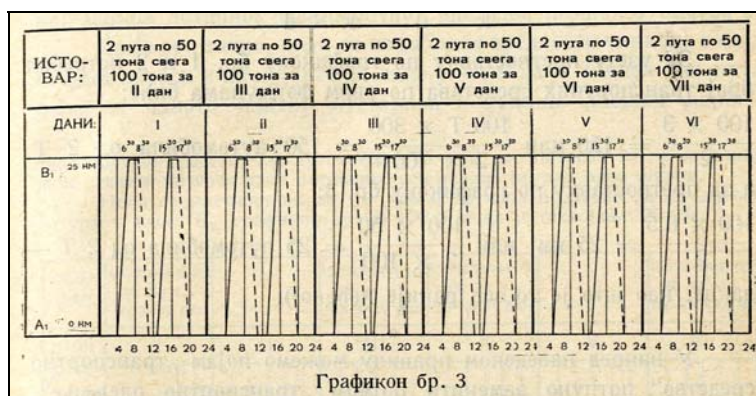
Iz grafičkog prikaza na slici br. 2 se vidi da ove tri kolone u potpunosti osiguravaju besprekidan svakodnevni dotur.



Извор: [3], обрада аутори

Слика 2: Графички приказ свакодневног dotura

Dalje u analiziranom primeru, pukovnik Ivanović navodi pretpostavku da je rastojanje između mesta A i B svega 25 km. Na grafičkom prikazu na slici br. 3 se vidi da automobil na ovoj daljini dva puta u toku dana ode i vrati se. Tako da sada nije potreban broja automobila za 100 tona nego za polovinu tog materijala, tj. za 50 tona za šta je potrebno 25 automobila.



Извор: [3], обрада аутори

Слика 3: Графички приказ свакодневног dotura на мањим одстојанјима

Dakle, kao bitan činilac utiče vreme koje je potrebno da određeno transportno sredstvo jedanput ode i vrati se (u prvom primeru je to bilo 3 a u drugom 0,5). Pored ovog vremena, dolazi se do zaključka da je za proračun potrebnog broja transportnih sredstava sa ciljem da se osigura redovan dotur, uticajni i količina materijala (tonaža) i kapacitet dotičnog sredstva.

Kako ovi činioci utiču uvek na isti način, pukovnik Ivanović dolazi do dva pravila:

PRVO PRAVILO: „U svim slučajevima kada se ima da organizuje redovan dotur tj. kada se ima da obezbedi za svaki dan izvesna određena tonaža, proračun potrebnog broja transportnih sredstava dobija se kada se tonaža, koju je potrebno za svaki dan doturiti, pomnoži brojem koji u danima označava vreme potrebno dotičnom transportnom sredstvu za jedan odlazak s povratkom na datoj daljini, pa se potom taj proizvod podeli brojem koji označava kapacitet dotičnog sredstva“.

Ovo pravilo, pukovnik Ivanović matematički prikazuje sledećom formulom:

$$\frac{T \times t}{k} \tag{1}$$

gde je: T – količina materijala, u tonama, koji treba prevesti,

t – vreme potrebno transportnom sredstvu za jedan odlazak s povratkom na datom odstoјanju i

k – kapacitet transportnog sredstva u tonama.

Kako t nije ništa drugo, nego D/d , gde je D – dužina puta u oba pravca izražena u km, a d – dužina dnevnog marša transportnog sredstva u km, onda formula (1) može glasiti i ovako:

$$\frac{T}{k} \times \frac{D}{d} = \frac{T \times D}{k \times d} \quad (2)$$

Za pretpostavku sa grafikona 1 i 2, potreban broj transportnih sredstava po ovim formulama, biće:

$$\frac{100 \times 3}{2} = 150 \text{ automobila, ili } \frac{100T \times 300}{2 \times 100} = 150 \text{ automobila od 2 tone.}$$

Za pretpostavku po grafikonu br. 3:

$$\frac{100 \times 0,5}{2} = 25 \text{ automobila, ili } \frac{100 \times 50}{2 \times 100} = 25 \text{ automobila od 2 tone, kao što je i ranije nađeno.}$$

Pukovnik Ivanović dalje, u napred navedenom pravilu, pojam „transportno sredstvo“ zamenjuje pojmom „transportno odeljenje“. U to vreme je u svim vojnim formacijama za službu snabdevanja usvojeno da tonaža transportnog odeljenja bude jednaka tonaži jednodnevne potrebe svoje jedinice, to je u tom slučaju $\frac{T}{k} = 1$,

pa će formula (2) biti:

$$\frac{T \times t}{k} = t \quad (3)$$

tj. „kada na raspoloženju stoje transportna odeljenja kapaciteta jednodnevne potrebe tonaže, onda je za dotur potrebno onoliko takvih transportnih odeljenja koliko iznosi vreme potrebno jednom odeljenju za odlazak i povratak na datom odstojanju“.

Napred se videlo da je t odnos D/d . Ako se D zameni nekom svojom vrednošću „0“ x 2 (gde „0“ označava odstojanje između ukrnog i iskrcnog mesta), onda se može reći da se potreban broj transportnih odeljenja za redovan dotur iznalazi kada se broj koji označava odnos između odstojanja i dužine dnevnog marša dotičnog transportnog odeljenja pomnoži brojem 2.

Da je ovo tačno, vidi se iz tabele br. 1, u kojoj su prikazane vrednosti činioca t . Iz tabele se da lako uočiti da je t uvek dva puta veće od odnosa između odstojanja i dužine dnevnog marša. Dakle, vrednost činioca t označava vreme potrebno transportnoj jedinici za odlazak i povratak, odnosno to je broj koji označava koliko je dužina dnevnog marša potrebno za jedan odlazak s povratkom.

Tabela 1: Prikaz vrednosti za parametar t

t ($\frac{D}{d}$) И З Н О С И:									
на км	код аут. вуче	код коњ. вуче	са тов. коњ.	код вол. вуче	на км	код аут. вуче	код коњ. вуче	са тов. коњ.	код вол. вуче
2,5				0,25	25	0,5			2,5
3,75			0,25		26,25		1,5	1,75	
4,37		0,25			27,5				2,75
5				0,5	30			2	3
7,5			0,5	0,75	30,17		1,75		
8,75		0,5			32,5				3,25
10				1	33,75			2,25	
11,25			0,75		35		2		3,5
12,50	0,25			1,25	37,5	0,75		2,5	3,75
13,12		0,75			39,37		2,25		
15			1	1,5	41,25			2,75	
17,5		1		1,75	43,75		2,5		
18,75			1,25		47,5				
20				2	48,12		2,75		
21,87		1,25			50	1	2,85	3,33	5
22,5			1,5	2,25	100	2			
					итд.				

Izvor: [3], obrada autori

Drugim, praktičnim rečima: „kada je mesto dotura udaljeno toliko koliko iznosi četvrtina dužine dnevnog marša, onda je za dotur potrebna polovina transportnog odeljenja; ako je to odstojanje ravno polovini dužine dnevnog marša, onda je za dotur potrebno celo transportno odeljenje, itd. itd.“

Prvo pravilo važi za izračunavanje broja transportnih sredstava za osiguranje redovnog dotura (određena tonaža svakog dana). Za slučaj da se ne radi o redovnom doturu, nego ako se postavi zadatak da se izvesna tonaža dostavi za izvesno vreme, onda prvo pravilo neće da važi.

U svom članku, pukovnik Ivanović ističe primer da je potrebno iz mesta A u mesto B doturiti 500 tona materijala za 5 dana. Uzeta je razdaljina od 150 km i da na raspolaganju ima automobil od dve tone (dakle, kao prema grafikonu br. 1.).

Ivanović, za dati primer posebno naglašava sledeće: Pogrešno bi bilo ako bi se u ovom slučaju rezonovalo i proračun izvršio ovako: „500 tona da se preveze za 5 dana znači da se ima dnevno da preveze $500 : 5 = 100$ tona; da bi se ovih 100 tona prevezlo, potrebno je po napred iznetoj formuli $100 \times 3 = 300 : 2 = 150$ automobila“. Ovaj proračun je pogrešan, jer ako se zagleda u grafikon 1, ovih bi 150 automobila za vreme od 5 dana mogli da izvrše dva istovara a to je 150×2 (istovara) = 300×2 tone (kapacitet automobila) = 600 tona. Dakle, upotrebilo bi se više automobila no što je potrebno i to $100 \text{ tona} : 2 \text{ tone (kapacitet automobila)} = 50 : 2$ (broj istovara) = 25 automobila.

Zbog toga, u ovim i ovakvim slučajevima treba najpre sačiniti prost grafikon kao što je to grafikon br. 1, i po njemu videti koliko istovara može dotično transportno sredstvo na datoj daljini i za dato vreme da učini, pa za proračun treba upotrebiti posebno pravilo.

DRUGO PRAVILO: „Kada se nema zadatak ni potreba da se organizuje redovan dotur, već kada se ima da izvrši samo dotur izvesne tonaže u neko mesto za izvesno vreme, potreban broj transportnih sredstava nalazi se kada se ukupan broj tonaže koju treba doturiti podeli sa kapacitetom dotičnog transportnog sredstva, pa se potom dobiveni rezultat podeli brojem koji označava broj mogućih istovara dotičnog transportnog sredstva na datoj daljini“.

Ako se sa i obeleži broj mogućih istovara, formula će glasiti:

$$\frac{T \div k}{i} = \frac{T}{k \times i} \quad (4)$$

U navedenom slučaju treba, dakle $\frac{500}{2 \times 2} = 125$ automobila od 2 tone.

Na kraju svog rada, pukovnik Ivanović zaključuje: „da se proračunavanjem po prednjim pravilima uvek dobija striktno potreban broj transportnih sredstava. Ovako proračunatom broju treba uvek dodati i potreban procenat na rastur koji se kod mehaničkih vozova penje na 20%. Nu, u slučajevima kada se potreban broj proračunava prema stvarnoj korisnoj tonaži dotičnog transportnog sredstva a ustvari se tovari manje⁹, ili se proračun izvrši prema nešto manjoj dužini dnevnog marša, onda će rezerva u vozovima, koja se od toga dobija, služiti kao popuna za eventualni rastur“.

4. GRAFIKA

Istorijski posmatrano, rad pukovnika Ivanovića (objavljen januara 1940. godine), se pojavio između dva rada istaknutih imena u svetskoj literaturi, i to rada ruskog matematičara L. V. Kantorovića iz 1939. godine pod naslovom: „Matematičeskie metodi u organizaciji i planirovanii proizvodstva“, gde rešava transportni zadatak, i rada iz 1941. godine američkog matematičara F.F. Hitchooka, pod nazivom: „Distribution of product from several sources to numerous localities“, koji je uspeo da strogo formuliše Transportni zadatak u matematičkoj formi u kojoj se sada iskazuje.

Iz napred navedenog se zaključuje da se rešavanje transportnog zadatka prvo uočava u radu ruskog matematičara, međutim na osnovu ovog rada, amerikanci su u početku osporavali Rusima prvenstvo u operacionim istraživanjima, smatrajući da Kantorovič nije formalno definisao zadatak koji će kasnije nazvati Transportni zadatak, dok se poslednjih godina u ozbiljnijim knjigama iz operacionih istraživanja Kantoroviču odaje zaslužno priznanje i u Americi [2].

Nakon uklanjanja dileme o prvom operacionom istraživaču na našim prostorima, krajem osamdesetih godina istaknuti operacioni istraživači su nastojali da se oda zaslužno priznanje pukovniku Ivanoviću. Na petnaestogodišnjici YU-SYM-OP-IS –a, tadašnji član programskog odbora dr Sanjo Zlobec, profesor na McGill University, Kanada, je mnogo pomogao svojom veoma značajnom studijom [5], u kojoj je istakao da se u kasnim tridesetim godinama prošlog veka pojavio „Princip najveće ekonomije“ pukovnika Ivanovića. On ističe da će u svakoj prilici popularisati rad pukovnika Ivanovića, jer on zasluhuje da se nađe na svetskom nivou [6]. Nadalje, Zlobec i Petrić u svojoj knjizi [7], ističu: „Do spoznaje da se ekonomski modeli tipično

⁹ Upućuje na tačku 290 Opšte ratne službe

opisuju pomoću nejednačina izgleda da je prvi došao Kantorovič u Petrogradu 1938. godine. Njegova spoznaja bila je revolucionarna, jer je u to doba, u biti, jedino područje optimizacije bilo varijacioni način u kome su sva ograničenja bila data pomoću jednačina. Nekako u isto vreme nazire se metodologija „operacionih istraživanja“ i na jugoslovenskom tlu u radu pukovnika Ivanovića iz 1940. godine... Ivanović rešava probleme izračunavanja minimalnog broja vozila potrebnih da se preveze određena količina materijala u uslovima ograničenja. Kantorovičeve kao i Ivanovičeve misli u tom smislu omeo je Drugi svetski rat“.

U svom radu [6] navodi da smo ponosni što smo postavkom „Principa najviše ekonomije“ u Transportnom zadatku kasnih tridesetih godina dostigli „svetski nivo“, i da smo osećali da u našoj zemlji, među našim operacionim istraživačima treba pokrenuti snage koje će Transportni zadatak prihvatiti kao nacionalni izazov i kao obavezu da se Ivanovičev princip najveće ekonomije kod nas najviše i razvija.

5. ZAKLJUČAK

Početak razvoja operacionih istraživanja na našim prostorima vezuje se za radove pripadnika Vojske. Rad pukovnika srpske vojske Vlastimira Ivanovića, se smatra prvim radom iz operacionih istraživanja na našim prostorima i zato ovaj rad ima istorijski značaj za oblast operacionih istraživanja. Njegov značaj je još veći, ako se uzme u obzir da se pojavljuje među prvim radovima u svetu.

Pravila pukovnika Ivanovića su zasnovana na Principu najveće ekonomije, koga koristi za određivanje potrebnog broja transportnih sredstava. U svom radu, koji se odnosi na oblast Transportnog zadatka, on daje analizu kako se izračunava minimalni broj vozila potrebnih za prevoz određene količine materijala uz dve pretpostavke: 1) kada je potrebno obezbediti redovno snabdevanje u slučaju da je dnevna potrošnja materijala konstantna i 2) kada se za određeni vremenski period treba prevesti određena količina materijala. Ovaj rad za operacione istraživače ima poseban istorijski značaj, jer se dolazi do minimizacije broja vozila na osnovu broja obrta na datoj relaciji.

LITERATURA

- [1] Vukadinović, S., Dva pravila pukovnika Vlastimira Ivanovića za proračun potrebnog broja transportnih sredstava, Zbornik radova sa 11 YUSYMOPIS-a, Herceg Novi 1984, 23-25.
- [2] Vukadinović, S., 15. godina SYM-OP-IS-a i 48 godina operacionih istraživanja u Jugoslaviji, Zbornik radova YU-SYM-OP-IS-a, Brioni 1988, 3-5.
- [3] Vojnoekonomski glasnik, sveska 1-3, januar - mart 1940. godine. Ekonomskog odeljenja Ministarstva Vojske i Mornarice, Beograd 1940, 1-10.
- [4] Petrić, J., Razvoj operacionih istraživanja u Jugoslaviji, pregledni rad, Zbornik radova sa 20. SYMOPIS-a, Beograd 1993. godine, 19-25.
- [5] Zlobec, S., Characterising optimality in Mathematical Programming models, Acta Apl. Math. 1988, 113-180.
- [6] Vukadinović, S., 20 godina SYM-OP-IS-a i 53 godine operacionih istraživanja u nas, Zbornik radova sa 20. SYMOPIS-a, Beograd 1993. godine, 13-17.
- [7] Zlobec, S., Petrić, J., Nelinearno programiranje, Naučna knjiga, Beograd, 1989.



DOPRINOS PROFESORA JOVANA PETRIĆA RAZVOJU SIM-OP-IS-a

CONTRIBUTION OF PROFESSOR JOVAN PETRIC TO THE DEVELOPMENT OF SYM-OP-IS

JOVO VULETA¹, SPASOJE MUČIBABIĆ², NENAD MLADENOVIĆ³, MILAN MARTIĆ⁴

¹ Ekonomski fakultet, Beograd, jovana.vuleta@gmail.com

² Vjna akademija, Beograd, mucibabicspasoje@yahoo.com

³ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, mladenovic.nenad@fon.bg.ac.rs

⁴ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, martic.milan@fon.bg.ac.rs

Rezime: U prvom delu rada ukratko je obrađen životni put profesora Jovana Petrića, sa težištem na njegovom radu u domenu operacionih istraživanja i u okviru Stalne konferencije za upravljanje poslovnim sistemima (SKUPS-a), koja se može smatrati neposrednim prethodnikom SIM-OP-IS-a. U drugom delu rada obrađen je njegov doprinos na samom SIM-OP-IS-u i u okviru aktivnosti koje su na njemu dogovarane.

Ključne reči: Jovan Petrić, doprinos, SYM-OP-IS, SKUPS.

Abstract: The first part of this paper dealing with the life time of Professor Jovan Petric, focusing on his work in the field of operations research and his work within the framework of Standing Conference of business management systems (SKUPS), which can be considered as the direct predecessor of SIM-OP-IS. The second part of this paper dealing with its contribution to the SIM-OP-IS and activities that are agreed upon on it.

Keywords: Jovan Petric, contribution, Sym-Op-Is, SKUPS.

JOVAN PETRIĆ, redovni profesor FON-a (1930 – 1996), završio je Prirodno matematički i Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, gde je studirao upredo. Doktorirao je na Prirodno matematičkom fakultetu u Beogradu 1960. godine, kada je izabran u zvanje naučnog saradnika, zatim 1967. za vanrednog, 1973. za redovnog, 1983. godine za člana Naučnog društva Srbije, a 1995. za dopisnog člana Crnogorske akademije nauka. Od 1957-67, radi u Raketnom institutu JNA, kao istraživač i načelnik Laboratorije za primenjenu matematiku, koju je osnovao 1960. godine; od 1967-71, radi kao vanredni profesor za Teoriju automatskog upravljanja na Elektronskom fakultetu, a od septembra 1971. godine radi, najpre kao vanredni, a od 1973. godine kao redovni profesor FON-a za predmet Operaciona istraživanja. Na novoosnovanom Fakultetu prve dve godine bio je prodekan za nastavu, a zatim je osnovao Katedru za matematiku i kibernetiku i Laboratoriju za operaciona istraživanja.

Pored svih pomenutih i mnogih drugih aktivnosti i inicijativa profesora Jovana Petrića, ovde ćemo posebno istaći njegov rad i zasluge na osnivanju i organizaciji naučnih skupova iz oblasti operacionih istraživanja, od kojih su svakako najznačajniji Stalna konferencija za upravljanje poslovnim sistemima koja je poznatija pod skraćenim nazivom SKUPS i Simpozijum iz operacionih istraživanja koji je poznatiji pod skraćenim nazivom SYM-OP-IS. Oba ova naučna skupa, a posebno SYM-OP-IS, zahvaljujući nesebičnom zalaganju i angažovanju prof. J. Petrića na njihovoj organizaciji i radu, imali su izuzetno značajnu ulogu i uticaj na dalji razvoj i primenu metoda operacionih istraživanja i to, kako u bivšoj Jugoslaviji, tako i u pojedinim novonastalim državama, a posebno u Srbiji.

Naravno da su za uspešnu organizaciju i održavanje prvog SKUPS-a i SYM-OP-IS-a morali da postoje i odgovarajući preduslovi. Ti preduslovi su se ogledali u različitim akcijama i aktivnostima operacionih istraživača u tadašnjoj Jugoslaviji. Od svih tih aktivnosti izdvojicemo samo one za koje smatramo da su neposredno i odlučujuće delovale na organizovanje i održavanje prvog SKUPS-a i SYM-OP-IS-a.

Punih dvadeset i više godina pre održavanje prvog SKUPS-a i SYM-OP-IS-a postojale su mnoge i raznovrsne aktivnosti i akcije operacionih istraživača u tadašnjoj Jugoslaviji. Te akcije i aktivnosti odvijale su se preko organizovanja raznih kurseva, seminara i savetovanja o primeni metoda operacionih istraživanja, a manjim delom i u rešavanju pojedinih konkretnih problema i izradi projekata primenom metoda

operacionih istraživanja. Paralelno sa ovim aktivnostima išlo je i uvođenje operacionih istraživanja u nastavne planove i programe pojedinih fakulteta i to kako na posleđiplomskim tako i na redovnim studijama.

Prvom organizovanom aktivnošću u oblasti operacionih istraživanja može se smatrati formiranje grupe za operaciona istraživanja u Vojno-tehničkom institutu 1958. godine. Prof. Jovan Petrić, u to vreme, je radio u Vojno-tehničkom institutu, i bio aktivno uključen u rad ove prve grupe za operaciona istraživanja u tadašnjoj Jugoslaviji. Rezultat je bio objavljivanje knjige „Informacioni i matematički modeli u procesima komandovanja“, Laboratorija za primenjenu matematiku IPT, Beograd, 1969, str. 1-660, koju je napisao tim najkompetentnijih naučnika među kojima je i profesor Đuro Kurepa, a pod rukovodstvom profesora Petrića.

Prvo savetovanje iz operacionih istraživanja održano je prvog i drugog marta 1963. godine u Beogradu u organizaciji Jugoslovenskog statističkog društva. Ovom prvom organizovanom skupu o operacionim istraživanjima prisustvovalo je oko 200 učesnika iz cele Jugoslavije i izloženo je više radova i saopštenja.

Krajem 60-tih godina, odnosno 1967., 1968. i 1969. godine, u organizaciji Saveza ekonomista SR Slovenije, Ekonomskih fakulteta iz Ljubljane i Zagreba i Biroa za ekonomske i tržišne raziskove iz Ljubljane na Bledu je održavano Savetovanje o primeni metoda operacionih istraživanja u radnim organizacijama u Jugoslaviji. Na nekim od ovih Savetovanja sa svojim radovima učestvovao je i profesor Jovan Petrić.

Nakon toga, najveći broj radova iz oblasti operacionih istraživanja saopštavan je na jednoj od sekcija Stalne konferencije za upravljanje poslovnim sistemima, odnosno SKUPS-a, koji je od 1968. do 1974. godine redovno održavan u Vrnjačkoj Banji, a znatno manji broj radova izlagan je i na Konferencijama ETAN-a.

Jedan od idejnih nosilaca i osnivača SKUPS-a bio je prof. Jovan Petrić. On je kao predsednik Organizacionog komiteta organizovao i usmeravao rad ove Konferencije, tako da je ona po nekim svojim karakteristikama i kvalitetima bila vrlo poznata i cenjena u široj naučnoj i stručnoj javnosti. Ovde ćemo navesti samo neke od tih karakteristika i kvaliteta, kao što su:

- Opšte jugoslovenski i međunarodni karakter SKUPS-a, što znači da su u radu Konferencije učestvovali stručni i naučni radnici, ne samo sa prostora bivše Jugoslavije, nego i iz inostranstva, i to: Velike Britanije, SAD, Sovjetskog Saveza, Rumunije, Bugarske, Čehoslovačke, Mađarske i drugih zemalja.
- Rad SKUPS-a je bio organizovan po sekcijama, od kojih su najvažnije i stalne bile sledeće sekcije:
 - I- Poslovni sistem i njegovo okruženje, ili projektovanje poslovnih sistema
 - II- Marketing i razvoj novih proizvoda i procesa
 - III- Planiranje i optimizacija u poslovnom sistemu
 - IV- Informacioni sistemi
 - V- Pouzdanost i kvalitet
 - VI- Kadrovi
- Izloženi radovi na SKUPS-u bili su razvrstani po sekcijama i štampani u odgovarajućim Zbornicima radova. U vremenskom periodu od 1968. do 1973. godine objavljeno je ukupno 12 Zbornika radova i to: po dva Zbornika godišnje, osim 1971. godine kada su objavljena tri Zbornika i 1973. godine kada je objavljen samo jedan Zbornik. U svim Zbornicima objavljeno je ukupno 511 radova koji su štampani na ukupno 7.425 strana.

Radovi iz operacionih istraživanja su izlagani u trećoj sekciji i štampani u odgovarajućim Zbornicima radova. Sudeći po nazivu SKUPS-a koji u svom imenu sadrži reč Stalna, on je verovatno bio zamišljen kao naučni skup koji će dugo trajati. Međutim, njegov rad je, iz političkih razloga, prekinut 1974. godine. Istina, i posle 1974. godine SKUPS je održan još nekoliko puta u Beogradu, Vrnjačkoj Banji i Splitu, ali sa izmenjenim Upravnim odborom i Organizacionim komitetom i sa potpuno drugačijom organizacijom rada i sadržajem.

U toku 1974. godine paralelno je održan SKUPS i prvi Simpozijum iz operacionih istraživanja, odnosno SYM-OP-IS. Ideja o organizovanju i održavanju SYM-OP-IS-a, kao mestu okupljanja operacionih istraživača na kojem bi se razmenjivale naučne i stručne informacije, prenosila znanja i iskustva, proveravale ideje, stručni i naučni stavovi i mišljenja o razvoju i primene metoda operacionih istraživanja u tadašnjoj SFR Jugoslaviji, nastala je tačno pre četiri decenije. Inicijatori te vizionarske ideje bili su operacioni istraživači iz Instituta "Mihajlo Pupin" iz Beograda i Instituta za ekonomiku industrije iz Beograda (kasnije Ekonomski institut). Sledeće 1975. godine profesor Petrić se uključuje u Programski odbor, a 1976. godine Fakultet organizacionih nauka postaje suorganizator održavanja SYM-OP-IS-a, što se pokazalo kao izuzetno značajna.

U periodu od 1975. do 1995. godine profesor Petrić je objavio 26 radova. Oni su bili najčešće rezultat primenjenog timskog rada u oblastima: rudarstva, vojske, poljoprivrede, građevinarstva, trgovine i dr. Posebno izdvajamo radove koji su proizašli iz dva projekta. Prvi „Unapređenje upravljanja funkcijama u složenoj organizaciji udruženog rada REIK-Kolubara“, tri faze projekta i drugi, „Mogućnost primene metoda

operacionih istraživanja u programiranju i planiranju ishrane vojnika“, koji je obuhvatio sve vrste obroka kod svih struktura vojske. Rezultati ovog Projekta su našli paktičnu primenu, kako u miru, tako i u ratu 1999. godine. Pored rezultata koji su bili vidljivi ističemo i obuku mladih kadrova sa FON-a u organizaciji i izvršenju složenih projekata, što je bilo od strategijskog značaja za kontinuitet istraživanja iz operacionih istraživanja na FON-u i u Vojsci.

Dobitnik je Povelje za zasluge u razvoju i primeni operacionih istraživanja u Jugoslaviji (1988). Njegova četiri doktoranta (autori ovog rada) su takođe nosioci Povelje.



Slika 1: Prof. dr Jovan Petrić i njegovi doktoranti - nosioci povelje SYMOPIS

Slobodno se može reći da organizovanje i održavanje SYM-OP-IS-a predstavlja prelomnu tačku za dalji uspešan razvoj i primenu metoda operacionih istraživanja na ovim prostorima. O tome najbolje govore brojni rezultati koji su ostvareni u dosadašnjem radu SYM-OP-IS-a. Navešćemo samo neke najznačajnije:

Od početka svoga rada SYM-OP-IS je nastojao da privuče, i u svoj rad uključi, što je moguće veći broj operacionih istraživača. Iako su organizatori SYM-OP-IS-a bili uglavnom iz Srbije, odnosno iz Beograda, učesnici i autori radova bili su iz svih krajeva tadašnje SFRJ, tako da je Simpozijum do raspada bivše Jugoslavije imao opštejugoslovenski karakter. Osim toga, u radu SYM-OP-IS-a svojim radovima i priložima učestvovao je i veliki broj autora iz inostranstva, a na plenarnim sednicama svoja predavanja po pozivu držali su najpoznatiji stručnjaci iz oblasti operacionih istraživanja iz celog sveta.

U organizaciji i radu SYM-OP-IS-a odlučujuću ulogu imala su dva organa ili odbora. Jedan je bio Organizacioni odbor koji se sastojao od članova Odbora biranih iz kuća organizatora Simpozijuma, dok je drugi bio Programski odbor koji se sastojao od najpoznatijih operacionih istraživača iz cele zemlje i iz inostranstva. Organizacioni odbor je brinuo o svim vidovima i detaljima tehničke prirode vezanim za organizaciju i rad Simpozijuma, dok je Programski odbor usmeravao rad Simpozijuma u naučnom i programskom smislu. Donosio je odluke o načinu rada Simpozijuma i njegovim sekcijama i temama za okrugle stolove i predavanja po pozivu, recenzirao je i odabirao prispele radove za Simpozijum. Nakon toga, svi pozitivno recenzirani radovi su štampani u Zbornicima radova SYM-OP-IS-a koji su objavljivani svake godine pre početka rada SYM-OP-IS-a.

Zahvaljujući tako uspešnom i plodotvornom radu SYM-OP-IS-a, a posebno pojedinih članova njegovog Programskog odbora, među kojima posebno treba pohvaliti ideje i inicijative prof. Jovana Petrića, došlo je do širenja aktivnosti operacionih istraživača i na mnoge druge oblasti, kao što su: formiranje Društva

operacionih istraživača, razvoj izdavačke i obrazovne delatnost, unapređenje naučno-istraživačkog rada, proširenje međunarodne saradnje, štampanje časopisa iz operacionih istraživanja i tako dalje.

Svaka od ovih oblasti, i postignuti rezultati u njima, zaslužuje posebnu pažnju. Međutim, ovde ćemo izdvojiti samo neke od tih rezultata za koje smatramo da su od izuzetnog značaja. Na prvom mestu to je štampanje Jugoslovenskog časopisa o operacionim istraživanjima YUJOR koji se štampa isključivo na engleskom jeziku i koji se distribuira i razmenjuje sa srodnim časopisima širom sveta. Izdavači ovog časopisa su veliki broj univerziteta, fakulteta i instituta iz Srbije, Grčke, Crne Gore i Republike Srpske. U izdavačkom odboru ovog časopisa nalaze se vrlo poznata imena iz oblasti operacionih istraživanja iz celog sveta, kao i ugledni operacioni istraživači iz zemlje. Časopis je počeo da izlazi 1990. godine i od tada se redovno štampa svake godine u dva broja.

Što se tiče proširenja međunarodne saradnje i tu su postignuti izuzetno značajni rezultati. Prethodno formirano Društvo operacionih istraživača postalo je punopravni član svetske i evropske asocijacije operacionih istraživača (IFORS-a i EURO-a), a zatim su organizovane međunarodne naučne konferencije iz oblasti operacionih istraživanja. Prva takva konferencija iz oblasti teorije lokacija održana je 1986. godine u Herceg Novom, a zatim već naredne godine, takođe u Herceg Novom, održana je Treća mini EURO konferencija pod nazivom "Metode operacionih istraživanja u planiranju transporta i kontroli saobraćaja". Vrhunac u ovoj oblasti predstavlja organizovanje Desete evropske konferencije iz operacionih istraživanja (EURO X) koja je održana u Sava centru u Beogradu 1989. godine.

Osim toga, operacioni istraživači iz naše zemlje bili su vrlo aktivni u organizovanju i radu Balkanske konferencije za operaciona istraživanja, koja se kod nas održava već nekoliko puta.

Značajni rezultati su postignuti i u oblasti izdavačke delatnosti. Jedan od tih rezultata je svakako i štampanje "Terminološkog rečnika iz operacionih istraživanja" koji je štampan 1985. godine u izdanju Naučne knjige iz Beograda. Na izradi ovog rečnika, pod rukovodstvom prof. Jovana Petrića, radilo je 68 operacionih istraživača iz tadašnje cele Jugoslavije, a štampan je na devet jezika. Drugi značajan rezultat iz ove oblasti je formiranje biblioteke pod nazivom "Operaciona istraživanja i informacioni sistemi" u okviru koje je do sada štampan veliki broj knjiga iz ovih i njima srodnih naučnih disciplina.

Od 1974. godine kada je održan prvi SYM-OP-IS-74 pa sve do danas kada se održava 40-ti jubilarni SYM-OP-IS-2013, Simpozijum je u svom radu imao velikih uspeha, ali i padova i problema. Međutim, imajući u vidu sve okolnosti i poteškoće kroz koje je u poslednjih dvadeset i više godina prolazila naša zemlja, moramo konstatovati da se najveći uspeh SYM-OP-IS-a ogleda u tome što se neprekidno organizuje i održava svake godine. Za ovaj uspeh svakako su najzaslužniji sami organizatori SYM-OP-IS-a, među kojima posebno treba istaći profesora Jovana Petrića koji je svojim nesebičnim radom i velikim zalaganjem, sa svojom poznatom izrekom da "svaki naredni SYM-OP-IS mora biti bar za nijansu bolje organizovan i kvalitetniji od prethodnog", mnogo doprineo boljoj organizaciji i uspešnijem radu SYM-OP-IS-a.

Kontinuitet i kvalitet SYM-OP-IS-a je obezbeđen, pored ostalog i zahvaljujući upornosti, mobilizatorskim i vizinarskim osobinama profesora Jovana Petrića i veštini izbora kadrova za saradnike i kandidate kojima je bio mentor; za koje je uvek imao vremena, i strpljenja i koji ga danas pokušavaju da slede delom i na ovom važnom zadatku.

LITERATURA

- [1] SYM-OP-IS – 1983, Knjiga I Zbornik radova SYMOPIS, Herceg Novi, 1983. godine.
- [2] SYM-OP-IS – 1983, Knjiga II Zbornik radova SYMOPIS, Herceg Novi, 1983. godine
- [3] Petrić, J., Razvoj operacionih istraživanja u Jugoslaviji, pregledni rad, Zbornik radova sa 20. SYMOPIS-a, Beograd 1993. godine, 19-25.
- [4] Vukadinović, S., 20 godina SYM-OP-IS-a i 53 godine operacionih istraživanja u nas, Zbornik radova sa 20. SYMOPIS-a, Beograd 1993. godine, 13-17.
- [5] Vukadinović, S., 15. godina SYM-OP-IS-a i 48 godina operacionih istraživanja u Jugoslaviji, Zbornik radova YU-SYM-OP-IS-a, Brioni 1988, 3-5.
- [6] SYM-OP-IS – 1988, Zbornik radova SYMOPIS, Nosioc povelje, Brioni 1988. godine.
- [7] SYM-OP-IS – 1993, Zbornik radova SYMOPIS, Nosioc povelje, Beograd 1993. godine.
- [8] SYM-OP-IS – 2010, Zbornik radova SYMOPIS, sekcija „Primena operacionih istraživanja u odbrani“, Tara 2010. godine, 549-632.
- [9] SYM-OP-IS – 2010, Zbornik radova SYMOPIS, Nosioci povelje, Tara 2010. godine, str. 23-33.
- [10] SYM-OP-IS – 2012, Zbornik radova SYMOPIS, Nosioc povelje, Tara 2012. godine.



„PRIMENE OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA U ODBRANI” NA SYM-OP-IS-U

”OPERATIONAL RESEARCHES IN DEFENCE” ON SYM-OP-IS

MITAR KOVAČ¹, DALIBOR PETROVIĆ¹, IVICA MLADENović¹

¹ Ministarstvo odbrane, Uprava za strateško planiranje, Beograd, mitar.kovac@mod.gov.rs

Rezime: Ovaj rad predstavlja doprinos učešću autora iz redova Ministarstva odbrane i Vojske Srbije na naučnom skupu o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS-u. Rad obrađuje sekciju Primene operacionih istraživanja u odbrani, sa osvrtom na istorijat i učešće pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije. Rad je urađen na osnovu podataka do kojih se došlo analizom zbornika radova od samog nastanka skupa 1974. do 2012. godine. U radu su prikazani statistički podaci za period od 1985. do 2012. godine.

Cljučne reči: Operaciona istraživanja u odbrani, vidovska pripadnost, naučna oblast, tip istraživanja, Sym-Op-Is.

Abstract: This work represents a contribution to the participation of authors from the ministry of defence in the symposium about operational researchers entitled SYM-OP-IS. The work treats the section of operational researches application in defence considering the history and participation of the members of the ministry of defence and Serbian army. The history of the section has been created on the basis of the data gained through the beginning of the collection of works. From the beginning of the symposium in 1974 till 2012 The statistic data for the period from 1985 to 2012 are represented in the work.

Keywords: Operational researches in defence, belonging to an army branch, scientific area, type of researches, SYM-OP-IS.

1. UVOD

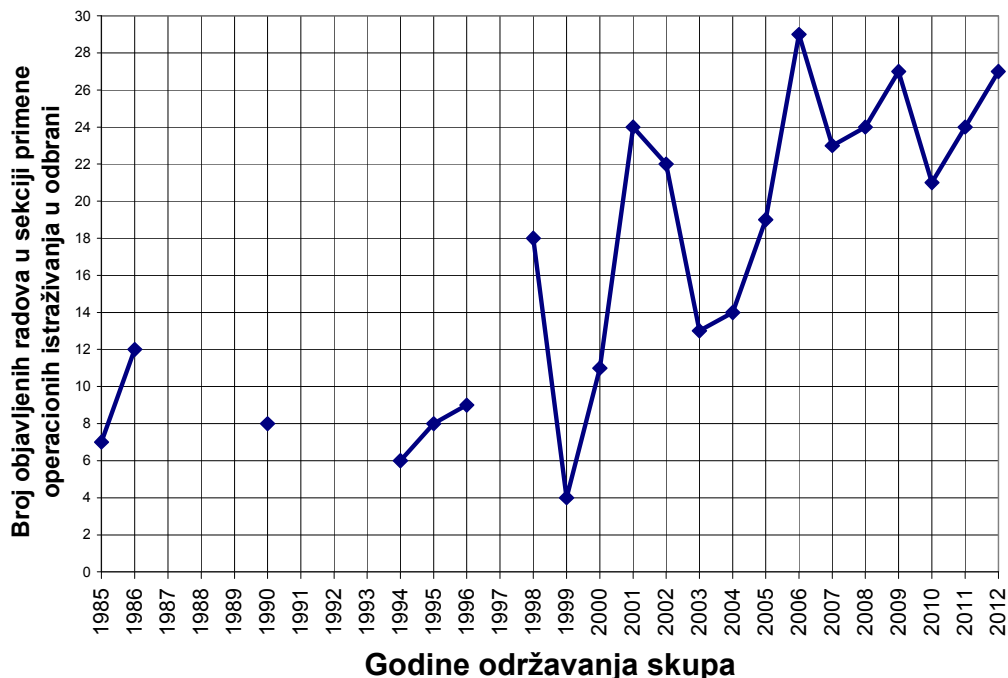
Operaciona istraživanja, dugi niz godina se izučavaju i primenjuju u sistemu odbrane i to u svim njenim vidovima i rodovima, pa je sasvim opravdano što na ovako jednom značajnom skupu koji se bavi operacionim istraživanjima postoji posebna sekcija, koja obrađuje operaciona istraživanja u odbrani. Vojska kao osnovni stub odbrane ove zemlje, ne sme i ne može a da ne prati kako savremena tehnička, tako i organizaciona dostignuća u nauci. Savremeni uslovi u kojima se trenutno nalazi Vojska, uslovljavaju izgradnju i funkcionisanje sistema u cilju: donošenja odluka, organizacije rada na svim nivoima i u optimizaciji sistema komandovanja. Da bi odgovorili ovim izazovima, veoma je bitno da svi ovi sistemi budu zasnovani na naučnoj osnovi, pa su tako i operaciona istraživanja našla svoje mesto u izradi raznih studija vezanih kako za nabavku savremenih borbenih sistema, tako i kroz razne analize i simulacije borbe do definisanja tehnoloških karakteristika koje treba da imaju složeni borbeni sistemi prilikom njihovog projektovanja/ili izbora prilikom kupovine.

2. FORMIRANJE SEKCIJE

Od samog početka rada simpozijuma o operacionim istraživanjima „SYM-OP-IS” pripadnici Vojske aktivno su učestvovali sa objavljenim radovima koji su publikovani u zbornicima radova. Kada su se prvi put 1985. godine formirale sekcije, prepoznata je uloga Vojske u primeni i razvoju operacionih istraživanja što kao rezultat ima i formiranje sekcije pod nazivom „Vojne primene”. Ovaj naziv sekcija nosi od 1985. godine do 2006. godine kada se naziv sekcije menja u „Primene u odbrani”. Pod ovim nazivom sekcija je radila samo dve godine, tako da sekcija ponovo menja svoj naziv i od 35. simpozijuma koji se održao 2008. godine nosi naziv „Primena operacionih istraživanja u odbrani” ovaj naziv sekcija nosi i danas.

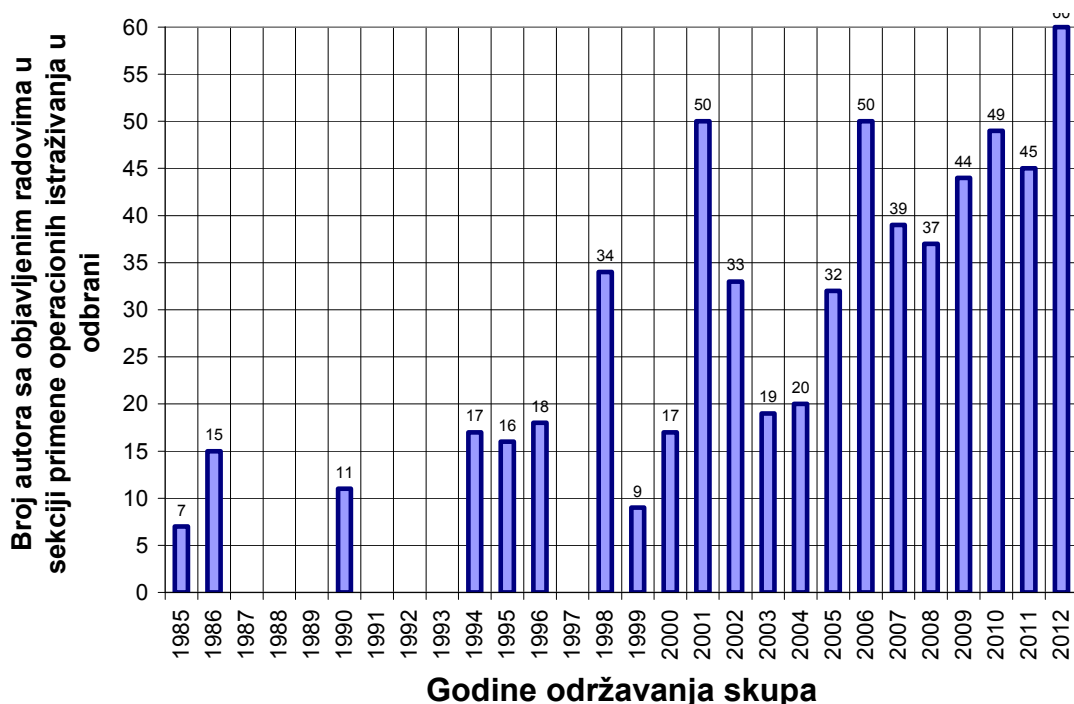
Rad sekcije u periodu od 1985. godine do 1998. godine nije bio konstantan. U ovom periodu se u radu sekcije uočavaju tri prekida. Prvi prekid u radu sekcije nastupa odmah nakon prve dve godine. U ovom periodu može se reći da je rad sekcije bio na zavidnom nivou imajući u vidu da je u proseku godišnje objavljivano po desetak radova (slika 1). Ovaj prekid rada sekcije traje do 1990. godine, kada se posle prekida od tri godine, vraća interesovanje za učešće pripadnika Vojske na ovom skupu. Međutim iako te

godine nije bilo loše interesovanje, što možemo videti sa dijagrama prikazanog na slici 1, burne 90. godine u koje je upala tada naša zemlja, kao i građanski ratovi koji su se dogodili, uslovili su ponovni prekid rada sekcije. Za ovaj prekid može se reći da je i opravdan, jer su pripadnici Vojske morali da stanu na branik otadžbine i da naučni rad za kratko stave u drugi plan. Na sreću ovo nije trajalo dugo, tako da od 1998. godine sekcija ponovo počinje sa radom u kontinuitetu do danas. U ovom periodu vidi se stalan rast interesovanja kako za operaciona istraživanja tako i za njihovu primenu u Vojsci (slika 1 i 2).

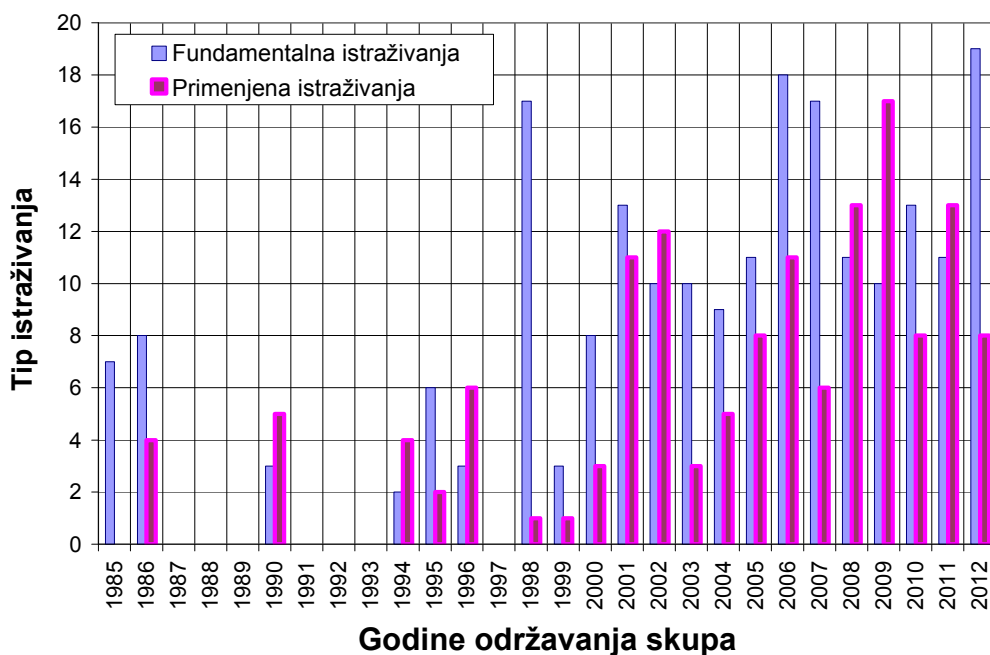


Slika 1: Broj objavljenih radova u sekciji „Primene OI u odbrani” u periodu od 1985. do 2012. godine

U poslednjih sedam godina vidi se stalni rast broja objavljenih radova i broja autora koji učestvuju na ovom skupu, u proseku za poslednjih sedam godina je objavljeno po 25 radova godišnje sa po 46 autora u proseku.

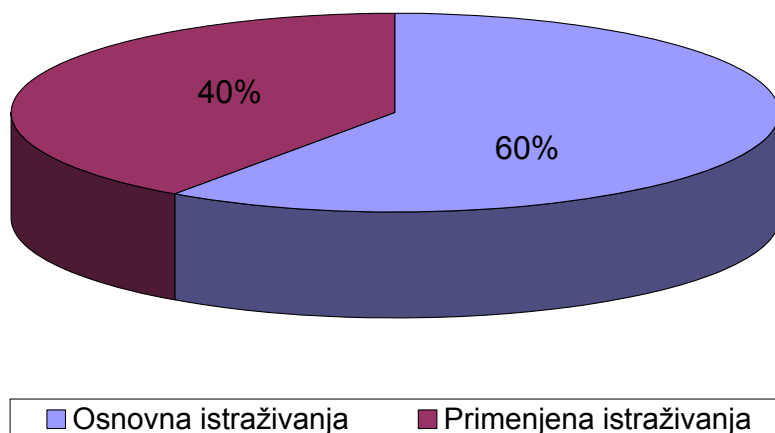


Slika 2: Broj autora koji su objavili radove u sekciji „Primene OI u odbrani” u periodu od 1985. do 2012. godine



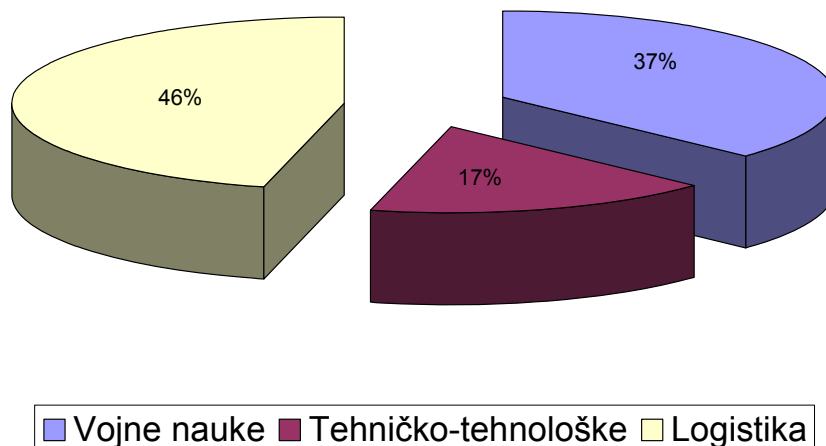
Slika 3: Broj objavljenih radova u sekciji „Primene OI u odbrani” u periodu od 1985. do 2012. godine po tipu istraživanja

Ako pogledamo učešće broja radova po tipu istraživanja, može se reći da nema nekog posebnog pravila u broju objavljenih radova između osnovnih i primenjenih istraživanja po godinama. U zavisnosti od godine što se može videti na slici 3, jedne godine dominantan je broj osnovnih a druge broj primenjenih istraživanja. Što se tiče procentualnog odnosa između ova dva tipa radova za sve vreme održavanja skupa, imamo da je 60% radova iz osnovnih istraživanja, a 40% su radovi primenjenih istraživanja, što je prikazano na slici 4. Ovaj odnos je i očekivan imajući u vidu da osnovna istraživanja u daljem svom razvoju prerastaju u primenjena što im je i svrha, tako da je ovaj odnos zastupljenosti sasvim prirodan, sa tendencijom da se sve više ide ka operalizaciji ovih istraživanja.



Slika 4: Prikaz procentualnog broja radova osnovnih i primenjenih istraživanja za period od 1985. do 2012. godine

Na slici 5 prikazani su podaci o pripadnosti radova svrstani u tri grupe: prvu grupu čine radovi u kojima dominiraju sadržaji iz oblasti „Vojnih nauka” (strategija, operatika, taktika, menadžment i komandovanje), drugu grupu radovi iz „Tehničko-tehnoloških nauka” (mašinstvo i elektronika), dok treću grupu čine radovi iz „Logistike” (održavanje, snabdevanje, saobraćaj i transport). U analiziranom periodu od 1985. do 2012. godine najveću zastupljenost imaju radovi koji se bave logistikom sa 46%, sledeći su radovi iz oblasti Vojnih nauka sa 37%, i na kraju radovi iz Tehničko tehnološkog polja sa 17%, što se direktno može dovesti u vezu sa zastupljenošću ovih sadržaja u nastavnim planovima i programima.



Slika 5: Procentualni odnos radova koji pripadaju Vojnim, tehničko-tehnološkim i logističkim naučnim oblastima za period od 1985. do 2012. godine

Ako analiziramo vidovsku pripadnost radova (tabela 1), uočavamo da su najzastupljeniji opšti radovi kao i radovi iz logistike. Radovi koji pripadaju kopnenoj vojsci beleže rast, što je i bio cilj sekcije, dok radovi iz logistike zadržavaju trend povećanja. Evidentna je nedovoljna aktivnost u ratnoj mornarici što je posledica slabijeg učešća na simpozijumu, iako su operaciona istraživanja bila zastupljena u praksi ratne mornarice. Takođe sa raspadom državne zajednice Srbije i Crne Gore, flota ratne mornarice je ostala u Crnoj Gori dok je nekadašnja rečna ratna flotila transformisana u rečne jedinice Kopnene Vojske Srbije.

Tabela 1: Vidovska pripadnost radova

Godine	Opšti	Kopnena vojska	Vazduhoplivstvo	Ratna mornarica	Logistika	Održavanje	Transport
1985	3	1	1		1		1
1986	4		5		1	2	
1990	1		1		2	1	3
1994			3			3	
1995	3				3	2	
1996		1	1		5	2	
1997							
1998	5	4	1	1	3	1	3
1999	3				1		
2000	4	2			1	2	2
2001	12	6	1			3	2
2002	8				7	5	1
2003	6				6	1	
2004	7	5	1				1
2005	7	2			20		
2006	9	3			15		2
2007	12	3		1	4	1	1
2008	9	3	1		7	2	2
2009	11	2	4		5	1	4
2010	5	4	2		5	2	2
2011	8	2	3		8	2	1
2012	13	5	1		6		2
Σ	130	43	25	2	100	30	27

3. NAJFREKVENTNIJI AUTORI

Analizom radova za sve ove godine postojanja sekcije Primene operacionih istraživanja u odbrani, došlo se do zaključka da se kao prvi autori radova u ovoj sekciju najviše pojavljuju sledeća lica: Spasoje Mučibabić, Radomir Janković i Mitar Kovač.

Spasoje Mučibabić, član programskog odbora i nosioc povelje najfrekventniji je autor u periodu od formiranja sekcije do danas sa ukupno 14 objavljenih radova od 1977 od 2010. godine. Njegovi radovi se odnose na taktiku upotrebe jedinica kao i na organizaciju samog sistema odbrane. Radove je objavio: 1977, 1978, 1998, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2 rada u 2006, 2007, 2009, 2011 i 2012. godine

Radomir Janković, drugi po broju prezentovanih radova u sekciji sa ukupno 13. radova koji se uglavnom odnose na dinamiku borbe različitih platformi, uzeo je učešće na skupu: 1996, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 i 2010. godine.

Mitar Kovač, autor radova koji se bave simulacijom upotrebe naoružanja, kao i tehničko tehnološkom analizom upotrebe sredstava u uslovima savremenog ratovanja, autor je 12 radova objavljenih u zbornicima radova koji su štampani: 2000., 2 rada u 2002., 2003, 2004, 2005., 2006., 2007., 2008., 2 rada u 2009. i 2012. godine. Na skupu o operacionim istraživanjima, i sa radovima u sekciji Primena operacionih istraživanja u odbrani prvi put se pojavio 2000. godine.

5. ZAKLJUČAK

Formiranje sekcije „Primene operacionih istraživanja u odbrani” imalo je pozitivan efekat na povećanje primene operacionih istraživanja u donošenju optimalnih odluka na svim nivoima komandovanja i rukovođenja.

U analizi primene koja je vršena na osnovu pripadnosti vojnim, tehničko-tehnološkim i radovima iz oblasti logistike, najveću zastupljenost imaju radovi koji se bave logistikom, što se direktno može dovesti u vezu sa zastupljenošću ovih sadržaja u nastavnim planovima i programima u obrazovnom sistemu odbrane. U ovom periodu učinjen je poseban napor da se aktualizira primena operacionih istraživanja u oblasti strategije operatike, taktike i menadžmenta. Potrebno je posebno istaći organizovan rad u ovoj sekciji koji je rezultirao povećanje broja objavljenih radova u svim vidovima, rodovima i službama.

Formiranje sekcije i njenim kontinuiranim i aktivnim radom, stvoreni su uslovi za unpređenje, razvoj i razmenu znanja i iskustva, pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije u oblasti operacionih istraživanja.

Na sadašnjim i budućim generacijama, naučnika iz Ministarstva odbrane i Vojske Srbije je obaveza da nastave razvoj i primenu ove oblasti u okviru SYM-OP-IS-a.

LITERATURA

- [1] Zbornici radova „SYM-OP-IS” od 1985. do 2012. godine.
- [2] SYM-OP-IS 2001, Zbornik radova SYMOPIS, sekcija „Vojne primene –A“ i „Vojne primene - B“, Beograd 2001. godine.
- [3] SYM-OP-IS 2010, Zbornik radova SYMOPIS, sekcija „Primena operacionih istraživanja u odbrani“, Tara 2010. godine.



ZASTUPLJENOST PRIMENE OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA IZ VOJSKE NA SYMOPISIMA

REPRESENTATION OF THE APPLICATION OF OPERATIONAL RESEARCHERS FROM THE ARMY ON SYMOPIS

SPASOJE MUČIBABIĆ¹, OBRAD ČABARKAPA², DANE SUBOŠIĆ³, IVICA MLADENović², ZORAN MAČAK²

¹ Beograd, mucibabicspasoje@yahoo.com

² Uprava za strategijsko planiranje Ministarstva odbrane, Beograd, obrad.cabarkapa@mod.gov.rs

³ Dane Subošić, Kriminalističko-Policajska akademija, Zemun

Abstrakt: *Od samog početka rada, Simpozijum o operacionim istraživanjima za Vojsku predstavlja jedan od najvećih naučnostručnih skupova na kojem se kontinuirano iznose najznačajniji problemi i rešenja u oblasti vojne primene modela i metoda operacionih istraživanja. U ovom radu napravljen je osvrt na dosadašnje učešće pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske na simpozijumima i njihovom doprinosu svojim stručnim radovima, razvoju oblasti operacionih istraživanja. Proteklih 40 godina trajanja SYM-OP-IS-a, sa stanovišta njegovog značaja za Vojsku, moguće je posmatrati kroz tri karakteristična perioda. Ovi periodi su usko vezani za nazive Vojski iz bivših država u kojima su postojale. U radu je dat prikaz postignutih rezultata po pojedinim periodima.*

Ključne reči: *Operaciona istraživanja, SYM-OP-IS, Karakteristični periodi učešća.*

Abstract: *The symposium about operational researches, from its very beginning, represents for the Army, one of the largest scientific and professional gatherings during which the most significant problems and solutions in the military application of models and methods of operational researches have constantly been treated. This work also deals with the participation of the members of the Ministry of the Defence and Army in symposium and their contribution to the development of operational researches through their expert works. Last forty years of SYM-OP-IS, viewing its importance for the Army, can be observed through three particular periods. These periods are tightly connected to the titles of the Armies which existed in the former republics. In this work the achieved results in certain periods have been given.*

Keywords: *Operational researches, SYM-OP-IS, characteristic periods of participation.*

1. UVOD

Već 40 godina, neprekidno, održava se Simpozijum o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS), doprinoseći afirmaciji intelektualne i stručne vitalnosti operacionih istraživača koji deluju u oblasti operacionih istraživanja.

Simpozijum predstavlja nacionalnu konferenciju sa međunarodnim učešćem, koja jednom godišnje okuplja operacione istraživače, kako teoretičare tako i stručnjake iz prakse, sa ciljem da se razmene naučne i stručne informacije, prenesu iskustva i saopšte novi rezultati postignuti u razvoju i primeni metoda operacionih istraživanja u različitim oblastima ljudske delatnosti.

Na osnovu prikupljenih i obrađenih podataka o učešću pripadnika MO i Vojske, na do sada održanim simpozijumima, moguće je izdvojiti tri karakteristična vremenska perioda, koji su usko povezani sa nazivom vojske i bivših država u kojoj je ona postojala. Ti periodi su sledeći:

1. I period – period postojanja bivše Jugoslovenske narodne armije – JNA (od početka rada SYM-OP-IS-a 1974. godine do 1992. godine);
2. II period – period postojanja Vojske Jugoslavije i Vojske Srbije i Crne Gore što je povezano sa periodom postojanja bivših država Savezne Republike Jugoslavije i Državne zajednice Srbija i Crna Gora (od 1992. godine do 2006. godine) i
3. III period – aktuelni period postojanja Vojske Srbije (od 2006. godine).

2. ZASTUPLJENOST OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA U BIVŠOJ JNA

Prikaz dela statističkih podataka o zastupljenosti primene operacionih istraživanja u I periodu, tj. periodu postojanja bivše JNA, dat je u tabeli 1. U ovom periodu je održano 18 simpozijuma, i na svakom od njih su uzeli učešće pripadnici bivše JNA (u daljem tekstu Vojske). Evidentno je, na osnovu podataka iz obrađenih zbornika radova, da se od desetog simpozijuma (održanog 1983. godine u Herceg-Novom), Vojska pojavljuje kao suorganizator, što traje neprekidno do ovogodišnjeg jubilarnog 40. SYM-OP-IS-a. Za ovaj period je karakteristično da se na SYM-OP-IS-u, počinje formirati i povremeno radi sekcija pod nazivom „Vojne primene“, koja je radila na tri održana simpozijuma (1985, 1986 i 1990.). Dakle, da se zaključiti da postojanje ove sekcije u ovom periodu nije u kontinuitetu povezano sa učešćem Vojske kao jednog od suorganizatora SYM-OP-IS-a.

U tabeli su navedeni podaci koji se odnose na: redni broj po redu održanog simpozijuma, godini održavanja, glavnom organizatoru, mestu i datumu održavanja, ukupno objavljenim (u zborniku štampanim) radovima, o broju objavljenih radova od strane pripadnika Vojske i broju autora koji su napisali te radove, zatim o vrsti istraživanja (osnovna ili primenjena) kao i naučnoj oblasti pripadnosti rada (oblast vojnih nauka, tehničko-tehnološka oblast i oblast logistike). Pregled skraćenica korišćenih u tabeli dat je neposredno ispod tabele, uz napomenu da se iste skraćenice odnose i na ostale tabele. Da se primetiti da su u ovom periodu skoro svi simpozijumi održani u Herceg Novom sa izuzetkom tri simpozijuma krajem osamdesetih godina, od kojih je jedan održan na Brionima a dva u Kuparima.

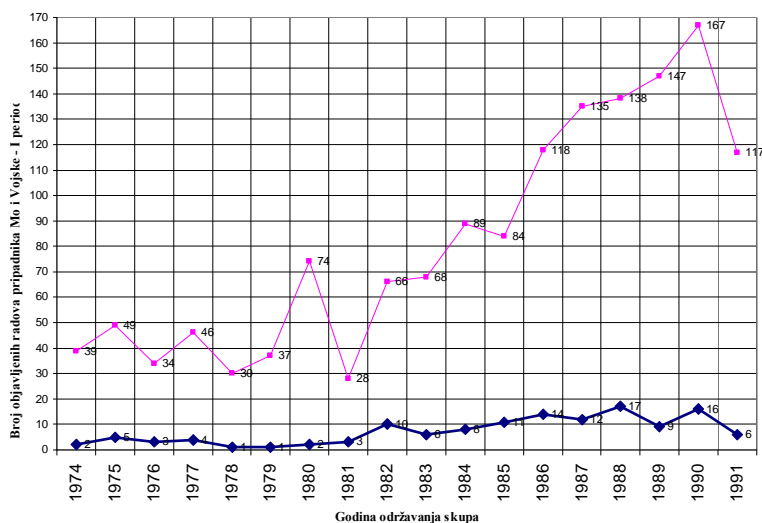
Tabela 1: Statistički podaci za I period

R. br.	God.	Organizator	Mesto (datum)	Ukupno radova	Radovi Vojske	Broj autora	Vrsta istraživanja		Naučna oblast rada		
							OI	PI	VN	TTN	L
1.	1974	IMP, IEJ	Herceg Novi (22-24.10.)	39	2	2	2	-	-	2	-
2.	1975	IMP	Herceg Novi (22-24.10.)	49	5	7	4	1	-	4	1
3.	1976	IMP, IEJ, FON	Herceg Novi (20-22.10.)	34	3	4	2	1	-	3	-
4.	1977	IMP, IEJ, FON	Herceg Novi (19-21.10.)	46	4	6	3	1	1	1	2
5.	1978	IMP, IEJ, FON	Herceg Novi (19-21.10.)	30	1	1	1	-	1	-	-
6.	1979	IMP, IEJ, FON	Herceg Novi (17-19.10.)	37	1	1	1	-	-	-	1
7.	1980	IMP,IEJ,FON MI	Herceg Novi (22-24.10.)	74	2	4	2	-	-	1	1
8.	1981	IMP, IEJ, FON	Herceg Novi (30.9-22.10.)	28	3	3	3	-	-	2	1
9.	1982	IMP, IEJ, FON	Herceg Novi (13-15.10.)	66	10	15	7	3	2	3	5
10.	1983	IMP, IEJ, FON	Herceg Novi (04-07.10.)	68	5	5	4	1	1	2	2
11.	1984	IMP, IEJ, FON	Herceg Novi (08-10.10.)	89	7	7	7	-	2	3	2
12.	1985	IMP, IEJ, FON	Herceg Novi (01-04.10.)	84	11	13	11	-	3	2	6
13.	1986	IMP, IEJ, FON	Herceg Novi (07-10.10.)	118	14	16	10	4	2	6	6
14.	1987	IMP, IEJ, FON, SbF	Herceg Novi (06-09.10.)	135	12	17	2	10	1	8	3
15.	1988	IMP,IEJ,FON SbF, EF Zg	Brioni (06-09.10.)	138	17	31	13	4	2	1	14
16.	1989	IMP,IEJ,FON SbF, EF Zg	Kupari (10-13.10.)	147	9	17	7	2	1	-	8
17.	1990	IMP,IE,FON, SbF,EF Zg	Kupari (09-12.10.)	167	16	25	10	6	3	-	13
18.	1991	IMP, EI, FON, SbF	Herceg Novi (08-11.10.)	117	6	6	3	3	-	1	5

IMP – Institut „Mihajlo Pupin“ Beograd
 IEJ – Institut za ekonomiku Jugoslavije
 FON – Fakultet organizacionih nauka Beograd
 MI – Matematički institut Beograd
 SbF – Saobraćajni fakultet Beograd
 EF Zg – Ekonomski fakultet Zagreb
 EI – Ekonomski Institut Beograd
 EF – Ekonomski fakultet Beograd
 RGF – Rudarsko-geološki fakultet Beograd
 MO i V – Ministarstvo odbrane i Vojska
 MF Bg – Mašinski fakultet Beograd
 PMF – Prirodno-matematički fakultet Beograd
 SANU – Srpska akademija nauka i umetnosti
 VGGŠ Bg – Visoka građevinsko-geodetska škola Beograd
 OI – Osnovna istraživanja
 PI – Primenjena istraživanja
 VN – Vojne nauke (Taktika, Strategija, Operatika, Rukovođenje i komandovanje)
 TTN – Tehničko-tehnološke nauke
 L – Logistika (Snabdevanje, Održavanje, Finansije, Transport)

Treba posebno istaći, da se od 1991. godine, zbog razbijanja Jugoslavije, počinju da održavaju dva simpozijuma iz operacionih istraživanja, jedan u okviru Srbije i Crne Gore i drugi u okviru Hrvatske i Slovenije. Tako da se radovi u tabeli 1, za 1991. godinu odnose na radove od strane autora iz Srbije i Crne Gore [1].

Posebno je karakteristično za I period da su autori iz redova organizacionih struktura Vojske individualno uzimali učešće na svim održanim simpozijumima. Ovo još više dolazi do izražaja, ako se uzme u obzir da se Vojska kao suorganizator pojavljuje nakon desetak održanih simpozijuma i da je sekcija „Vojne primene“ u ovom periodu u začetku formiranja i rada. Grafički prikaz broja radova pripadnika MO i Vojske u odnosu na ukupno objavljen broj radova u I periodu, dat je na slici 1. Na osnovu ovog prikaza da se zaključiti da je skoro u proporcionalnom odnosu porast broja radova pripadnika vojske pratio ukupan broj objavljenih radova na simpozijumima.



Slika 1: Grafički prikaz broja radova pripadnika MO i Vojske u odnosu na ukupno objavljen broj radova u I periodu

3. ZASTUPLJENOST OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA U BIVŠOJ VOJSCI JUGOSLAVIJE I VOJSCI SCG

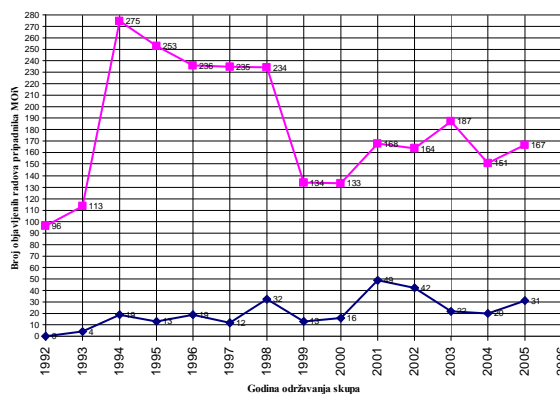
Prikaz dela statističkih podataka o zastupljenosti primene operacionih istraživanja u II periodu, tj. periodu postojanja bivše Vojske Jugoslavije i Vojske Srbije i Crne Gore, dat je u tabeli 2. U ovom periodu je održano ukupno 14 simpozijuma, i to od 1992. godine do 2005. godine. Na svakom od njih Vojska je bila u ulozi suorganizatora uz napomenu da je bila glavni organizator dvadesetosmog SYM-OP-IS-a, održanog 2001.

godine u Beogradu. Ako se posmatra mesto održavanja, za ovaj period je karakteristično da se često menjalo mesto održavanja kao i da je najviše puta održan u Beogradu. Ovo je i razumljivo, ako se detaljnije analiziraju opšti uslovi u zemlji u ovom periodu (period raspada bivše SFRJ, ratni uslovi, vreme bombardovanja 1999. godine)

Tabela 2: Statistički podaci za II period

R. br.	God.	Organizator	Mesto (datum)	Ukupno radova	Radovi Vojske	Broj autora	Vrsta istraživanja		Naučna oblast rada		
							OI	PI	VN	TTN	L
19.	1992	IMP Beograd	Beograd	96							
20.	1993	SbF Beograd	Beograd (05-10.10.)	113	4	5	1	3	1	1	2
21.	1994	IMP,EI,FON SbF, EF,RGF	Kotor (04-07.10.)	275	19	35	14	5	-	6	13
22.	1995	RGF Beograd	D.Milanovac (03-07.10.)	253	13	22	9	4	2	-	11
23.	1996	EF Beograd	Zlatibor (01-05.10.)	236	19	33	9	10	2	-	17
24.	1997	EI Beograd	Bečići (07.-10.10.)	235	17	20	13	4	3	7	7
25.	1998	IMP Beograd	Herceg Novi (21-24.09.)	234	32	50	25	7	9	7	16
26.	1999	FON Beograd	Beograd	134	13	21	11	2	3	6	4
27.	2000	SbF Beograd	Beograd (10-13.10.)	133	16	23	13	3	5	3	8
28.	2001	MO i V	Beograd (02-05.10.)	168	49	79	26	23	28	6	15
29.	2002	MF Beograd	Tara (09-12.10.)	164	42	58	25	17	4	5	33
30.	2003	PMF i MI SANU	Herceg Novi (30.9-03.10.)	187	22	33	17	5	6	3	13
31.	2004	RGF Beograd	Fruška Gora (14-17.09.)	151	20	30	14	6	6	5	9
32.	2005	EF Beograd	Vrnj. Banja (27-30.09.)	167	31	46	17	14	4	5	22

Grafički prikaz broja radova pripadnika MO i Vojske u odnosu na ukupno objavljen broj radova u II periodu, dat je na slici 2. Na osnovu ovog prikaza da se zaključiti sledeće: da 1992. godine autori iz Vojske nisu učestvovali sa svojim radovima; da je od 1993. do 1998. znatno više bilo radova od strane „civilnih operacionih istraživača“; da je 1999. godine zbog bombardovanja bio mali broj radova kako iz civilnih struktura tako i iz redova Vpjske; da od 2000. godine imamo porast broja radova od strane autora iz Vojske i da tada skoro u proporcionalnom odnosu prati ukupan broj objavljenih radova na simpozijumima. Tako 2001. godine (organizator bila Vojska), 49 radova je objavljeno od strane pripadnika Vojske, što u odnosu na ukupno objavljen broj radova te godine (168) iznosi 29%.



Slika 2: Grafički prikaz broja radova pripadnika MO i Vojske u odnosu na ukupno objavljen broj radova u II periodu

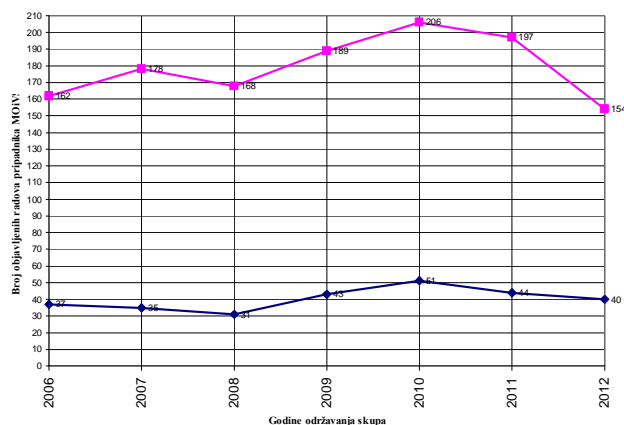
4. PERIOD ZASTUPLJENOSTI OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA U VOJSCI SRBIJE

Prikaz dela statističkih podataka o zastupljenosti primene operacionih istraživanja u najnovijem III periodu – periodu postojanja Vojske Srbije, dat je u tabeli 3. U ovom periodu je održano 7 simpozijuma, na kojima su takođe organizacione strukture MO i Vojske uzeli aktivno učešće kao suorganizatori uz podatak da je MO i Vojska bila glavni organizator tridesetsedmog SYM-OP-IS-a, održanog na Tari 2010. godine.

Tabela 3: Statistički podaci za III period

R. br.	God.	Organizator	Mesto (datum)	Ukupno radova	Radovi Vojske	Broj autora	Vrsta istraživanja		Naučna oblast rada		
							Osn.	Prim.	VN	TTN	L
33.	2006	IMP Beograd	Banja Kovilj. (03-06.10.)	162	37	60	23	14	7	5	25
34.	2007	FON Beograd	Zlatibor (16-19.09.)	178	35	51	23	12	17	4	14
35.	2008	SbF Beograd	Soko Banja (14-17.10.)	168	31	48	14	17	11	6	14
36.	2009	MI SANU	Ivanjica (27-30.09.)	189	43	68	14	29	15	3	25
37.	2010	MO i VS	Tara (21-24.10.)	206	51	100	33	18	7	5	39
38.	2011	EF Beograd	Zlatibor (04-07.10.)	197	44	84	21	23	14	2	28
39.	2012	VGGŠ Beograd	Tara (25-28.09.)	154	40	88	31	9	16	3	21

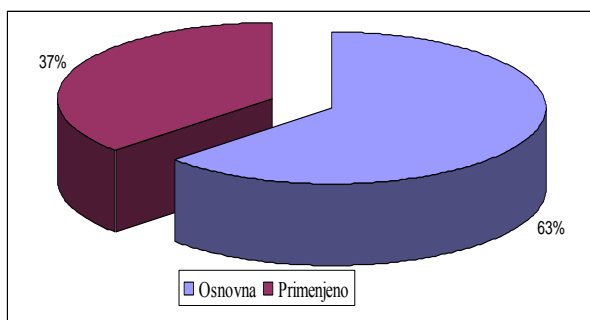
Grafički prikaz broja radova pripadnika MO i Vojske u odnosu na ukupno objavljen broj radova u III periodu, dat je na slici 3. Na osnovu ovog prikaza da se zaključiti da je u kontinuiranom periodu prisutan porast broja radova od strane pripadnika MOiV, što je posebno izraženo u vremenu od 2009. godine do 2012. godine. Procentualno udeo ovih radova iznosi: 2009–22,7%; 2010-24,7% (organizator bilo Ministarstvo odbrane); 2011-22,33% i 2012-25,9%.



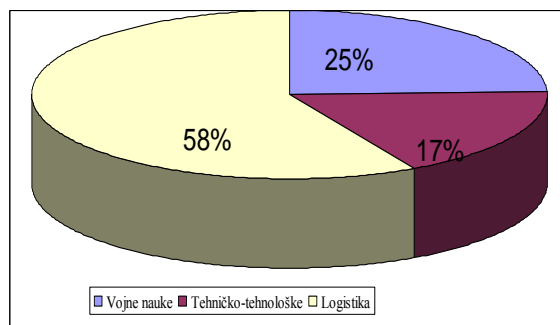
Slika 3: Grafički prikaz broja radova pripadnika MO i Vojske u odnosu na ukupno objavljen broj radova u III periodu

Grafički prikaz broja objavljenih radova od strane autora iz MOiV u odnosu na oblast istraživanja dat je na slici 4. Tako da 63 % objavljenih radova se odnosi na oblast osnovnih istraživanja dok je 37 % iz oblasti primenjenih istraživanja.

Grafički prikaz broja objavljenih radova od strane autora iz MOiV u odnosu na oblast nauke dat je na slici 5. Najviše objavljenih radova je iz oblasti Logistike – 58%, zatim iz oblasti Vojnih nauka – 25% i iz oblasti Tehničko-tehnoloških nauka – 17%.



Slika 4: Pripadnost radova oblasti istraživanja



Slika 5: Pripadnost radova oblasti nauke

Potrebno je istaći da se poslednjih godina u okviru Ministarstva unutrašnjih poslova i institucija koje obrazuju kadrove za potrebe policije, u saradnji sa Ministarstvom odbrane, uvodi sve više optimizacija korišćenjem metoda OI. Za sada su najviše primenjivane metode OI u okviru tematskih oblasti Organizacija policije (Polijski menadžment, organizacija i poslovi policije i dr.) i Informaciono-komunikacione tehnologije (Osnovi informatike, Policijska informatika i dr.). Već je objavljeno jedanaest radova, a najaktivniji su: Dane Subošić, Obrad Stevanović, Stevo Jaćimovski, Slobodan Miladinović i dr. Očekujemo u narednom periodu veću aktivnost u ovoj oblasti i saradnju sa Ministarstvom odbrane, posebno u oblastima koje su funkcionalno povezane i u aktuelnim metodama, od kojih posebno ističemo pregovaranje.

5. ZAKLJUČAK

Od samog početka organizovanja SYM-OP-IS-a, pripadnici Vojske su u kontinuitetu, sa izuzetkom 1992. godine, sa svojim radovima prisutni na ovom veoma značajnom naučnom skupu. Zapaženo je učešće pripadnika MO i Vojske iz različitih organizacionih struktura, kako iz vojnih visokoškolskih i naučnoistraživačkih ustanova, tako i iz njenih komandnih i operativnih sastava. Operacioni istraživači iz redova Vojske su svojim dosadašnjim stručnim radovima, kroz razmenu naučnog i stručnog znanja, doprineli rešavanju značajnih problema u oblasti vojne primene modela i metoda operacionih istraživanja. Ovi radovi, svojim sadržajem i aktuelnošću neprekidno potvrđuju da vojna primena modela operacionih istraživanja predstavlja put racionalnog, realnog, višekriterijumskog, kompromisnog i naučno utemeljenog prilaza pri rešavanju različitih problema, pre svega, u donošenju odluka i optimizacije sistema komandovanja, organizacije rada, naučnoistraživačke delatnosti, vojnog obrazovanja, obuke i drugih složenih funkcija u Vojsci.

Pripadnici organizacionih struktura Ministarstva odbrane i Vojske, sa svojim radovima iz oblasti Operacionih istraživanja, će i u narednom periodu uzimati aktivno učešće u radu SYM-OP-IS-a, čime će dati doprinos daljem razvoju i primeni operacionih istraživanja.

LITERATURA

- [1] Petrić, J., Razvoj operacionih istraživanja u Jugoslaviji, pregledni rad, Zbornik radova sa 20. SYMOPIS-a, Beograd 1993. godine, 19-25.
- [2] Vukadinović, S., 20 godina SYM-OP-IS-a i 53 godine operacionih istraživanja u nas, Zbornik radova sa 20. SYMOPIS-a, Beograd 1993. godine, 13-17.
- [3] SYM-OP-IS – 2001, Zbornik radova SYMOPIS, sekcija „Vojne primene –A“ i „Vojne primene - B“, Beograd 2001. godine, 35-133.
- [4] SYM-OP-IS – 2010, Zbornik radova SYMOPIS, sekcija „Primena operacionih istraživanja u odbrani“, Tara 2010. godine, 549-632.



UČEŠĆE MINISTARSTVA ODBRANE I VOJSKE U ORGANIZACIJI SYMOPISA

PARTICIPATION OF THE MINISTRY OF DEFENCE AND ARMY IN SYMOPIS ORGANISATION

OBRAD ČABARKAPA, DALIBOR PETROVIĆ, ZORAN MAČAK

Uprava za strategijsko planiranje Ministarstva odbrane, Beograd, obrad.cabarkapa@mod.gov.rs

Abstrakt: *Simpozijum o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS) u toku svog višedecenijskog postojanja i uspešnog rada, za pripadnike Vojske, predstavlja jedan od najvećih i veoma značajnih naučnostručnih skupova. Na SYM-OP-IS-ima su oni kontinuirano razmenjivali naučne i stručne informacije, prenosili iskustva i saopštavali nove rezultate postignute u razvoju i primeni metoda operacionih istraživanja u rešavanju brojnih problema i pitanja u oblasti vojne primene. U ovom radu napravljen je osvrt na dosadašnje učešće organizacionih delova Ministarstva odbrane i Vojske i njihov doprinos organizovanju SYM-OP-IS-a u proteklom periodu. Organizacione strukture Ministarstva odbrane i Vojske su do sada u dva navrata bile u ulozi glavnog organizatora SYM-OP-IS-a, i to: 2001 i 2010. godine. Činjenica je da je do sada ispred Ministarstva i Vojske uloga glavnog organizatora poveravana organizacionim delovima u čijoj je nadležnosti funkcija "naučnoistraživačke delatnosti".*

Ključne reči: SYMOPIS Organizator Vojska Organizacioni odbor

Abstract: *The symposium about operational researches (SYM-OP-IS) during its pluridecade existence and successful work, for Army members, represents one of the biggest and extremely important scientific-professional gatherings. The Army members in SYM-OP-IS have continuously been exchanging scientific and professional pieces of information, conveying experiences and announcing new results gained in the development and application of methods of operational researches in solving numerous problems and questions in the field of military application. This work also treats the former participation of organisational sections of the Ministry of Defence and Army as well as their contribution to the SYM-OP-IS organisation in the previous period. The organisational structures of the Ministry of Defence and Army have so far been the chief organisers of SYMOP-IS twice: in 2001 and 2010. The fact is that on behalf of the Ministry and Army the part of the main organiser has been assigned to the organisational sections which are in charge of scientific-research operations.*

Keywords: SYM-OP-IS, Organiser, Military section, Organizational board

1. UVOD

Već četvrtu deceniju, u kontinuitetu, održava se Simpozijum o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS), kao nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem, doprinoseći afirmaciji intelektualne i stručne vitalnosti operacionih istraživača pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske (MOiV), koji deluju u oblasti operacionih istraživanja.

Pripadnici MOiV, i kao teoretičari i kao praktičari, su neprekidno učestvovali na SYM-OP-IS-ima, sa ciljem da razmene naučne i stručne informacije, prenesu iskustva i saopšte nove rezultate postignute u razvoju i primeni metoda operacionih istraživanja, prvenstveno u različitim oblastima vojne primene.

Autori iz redova MOiV su u proteklom periodu imali veoma zapaženu i aktivnu ulogu, kako u učešću sa stručnim radovima iz ove oblasti, tako i u organizovanju ovog naučnog skupa.

Od 1983. godine Vojska se pojavljuje kao suorganizator SYM-OP-IS-a a od 1985. godine pojavljuje se sekcija „Vojne primene“, koja je, ako se izuzmu povremeni prekidi u početku svog rada, postala jedna od preko dvadesetpet standardnih sekcija SYM-OP-IS-a.

U proteklom periodu su organizacione strukture MOiV u dva navrata bile i glavni organizator ovog značajnog naučnog skupa. Tako je u prvom navratu, 2001. godine, ta uloga dodeljena Upravi za naučnu i izdavačku delatnost koja se nalazila u sastavu Generalštaba Vojske Jugoslavije, da bi u drugom navratu, 2010. godine ta uloga bila poverena Upravi za strategijsko planiranje, koja se nalazila u sastavu Ministarstva

odbrane. Zabeleženo je, da su glavni organizatori ispred MOiV, u oba navrata veoma uspešno organizovali SYM-OP-IS.

2. ORGANIZATORI SYM-OP-IS-A

U toku svog dugogodišnjeg trajanja, bilo je više fakulteta i instituta, koji su organizovali SYM-OP-IS. Prvi organizatori Jugoslovenskog simpozijuma o operacionim istraživanjima (YU-SYM-OP-IS), su tri institucije iz Beograda: Institut Mihajlo Pupin, Institut za ekonomiku industrije i Fakultet organizacionih nauka. Kasnije im se pridružio i Saobraćajni fakultet iz Beograda [1]. Operacioni istraživači iz ovih institucija preuzimaju na sebe najveći deo obaveza oko održavanja simpozijuma. Programski komitet YU-SYM-OP-IS je sastavljen od najistaknutijih operacionih istraživača iz cele Jugoslavije, dok organizacionu i ekonomsku stranu održavanja simpozijuma vodi Organizacioni odbor sastavljen od mladih operacionih istraživača, isključivo iz sastava organizacija inicijatora i organizatora ovog simpozijuma [2].

Od 1983. godine, do tada standardnim organizatorima SYM-OP-IS-a, u ulozi suorganizatora priključuje se i Vojska, koja je u kontinuitetu učestvovala na svim narednim simpozijumima.

Ako se izuzmu inicijatori i glavni organizatori SYM-OP-IS-a, kasnije su se kao suorganizatori a povremeno i organizatori pojavljivale i ostale organizacije, pre svega jedan broj fakulteta i instituta. Tokom trajanja SYM-OP-IS-a, neke od ovih organizacija su iz raznih razloga odustale od učešća u organizovanju simpozijuma, već su se samo pojavljivale kao suorganizatori (primer Mašinski fakultet iz Beograda). U Zborniku radova sa tridesetdevetog održanog simpozijuma [3], kao organizatori su navedeni:

1. Visoka građevinsko-geodetska škola iz Beograda, organizator SYM-OP-IS - 2012;
2. Društvo operacionih istraživača;
3. Institut „Mihajlo Pupin“ – Beograd;
4. Saobraćajni fakultet – Beograd;
5. Ekonomski fakultet – Beograd;
6. Matematički fakultet – Beograd;
7. Ministarstvo odbrane Republike Srbije;
8. Vojska Srbije¹;
9. Ekonomski institut – Beograd;
10. Matematički institut SANU – Beograd;
11. Fakultet organizacionih nauka – Beograd;
12. Rudarsko-geološki fakultet – Beograd i
13. Univerzitet iz Banja Luke.

Posebno je potrebno napomenuti, do 1991. godine simpozijum nosi naziv YU-SYM-OP-IS, a od 1991. godine SYM-OP-IS, od kada se zbog razbijanja Jugoslavije, počinju da održavaju dva simpozijuma iz operacionih istraživanja, jedan u okviru Srbije i Crne Gore i drugi u okviru Hrvatske i Slovenije [2].

3. MINISTARSTVA ODBRANE I VOJSKE KAO ORGANIZATORI SYMOPISA

U proteklom periodu, aktivno učešće u organizovanju SYM-OP-IS-a, su pored instituta i fakulteta iz zemlje, uzele i pojedine organizacione strukture Ministarstva odbrane i Vojske, koje su u dva navrata bile u ulozi glavnog organizatora SYM-OP-IS-a, i to: 2001. i 2010. godine [4] i [5].

3.1. Vojska – organizator XXVIII SYM-OP-IS-a

Koordinator dvadeset osmog SYM-OP-IS-a, koji je održan 2001. godine u Beogradu, bila je Vojska. Uloga glavnog organizatora ispred Vojske poverena je tadašnjoj Upravi za naučnu i izdavačku delatnost (UNID) iz sastava Sektora za školstvo, obuku, naučnu i izdavačku delatnost Generalštaba Vojske Jugoslavije. U Zborniku radova sa ovog simpozijuma, objavljeno je 168 radova pripremljenih od oko 300 autora i koji su razvrstani u 26 sekcija. Jedna od sekcija bila je sekcija „Vojne primene“ (tada već jedna od standardnih sekcija), i ona se sastojala iz dve podsekcije: „Vojne primene – A“ i „Vojne primene – B“. U podsekciji „Vojne primene – A“ je objavljeno 12 radova i oni su se po tematici odnosili na operaciona istraživanja iz oblasti vojnih nauka dok je u podsekciji „Vojne primene – B“, takođe objavljeno 12 radova koji su se odnosili na oblast tehničko-tehnoloških nauka. U sekciji „Vojne primene“ ukupno su objavljena 24 rada i ona je tada prednjačila po broju objavljenih radova [4].

¹ U ovom Zborniku radova, Ministarstvo odbrane i Vojska Srbije prikazani su kao dva zasebna organizatora. Činjenica je da se ove strukture, kada je SYM-OP-IS u pitanju posmatraju kao jedna celina a nikako kao posebni organizatori, kako je ovom prilikom navedeno.

U sastav Organizacionog odbora (OO) za pripremu ovog SYM-OP-IS-a, određena su lica prvenstveno iz Uprave za NID, kao i iz ostalih organizacionih delova Vojske i organizacija van Vojske. Međutim, glavni teret oko svih priprema bio je na svega nekoliko lica iz sastava Odeljenja za naučnoistraživačku delatnost UNID. Za ovaj Organizacioni odbor je bilo karakteristično da su u njegov sastav ušla lica, koja do tada nisu imala iskustva u pripremama za organizaciju bilo kog naučnog skupa, pa ni SYM-OP-IS-a, kao i to da predhodno nisu imali zapaženo učešće na SYM-OP-IS-ima. Takođe, lica iz ostalih organizacionih struktura nisu bitnije uzeli učešća u bilo kom obliku priprema. Bez obzira na sve ove teškoće, ipak simpozijum je na kraju dobro organizovan.

Istaknutim operacionim istraživačima za dugogodišnji rad i doprinos oblasti operacionih istraživanja se dodeljuju povelje. Na XXVIII SYM-OP-IS-u, dodeljene su dve povelje, i to: general – potpukovniku u penziji prof. dr Siniši Boroviću i prof. dr Tomislavu Zečeviću [6].

3.2. Ministarstvo odbrane – organizator XXXVII SYM-OP-IS-a

Ispred MO i Vojske Srbije, glavni organizator trideset i sedmog SYM-OP-IS-a, koji je održan 2010. godine na Tari, bila je Uprava za stratejsko planiranje, Sektora za politiku odbrane, Ministarstva odbrane.

Osnovni cilj 37. SYM-OP-IS-a, bio je sagledavanje i potvrđivanje dostignuća u razvoju operacionih istraživanja posredstvom koordiniranog i organizovanog programa razmene najvišeg naučnog i stručnog znanja i iskustava istraživača, kao i unapređenje saradnje u oblasti naučnoistraživačke delatnosti između MO i Vojske Srbije i naučnih institucija iz zemlje i inostranstva. Za ovaj SYM-OP-IS, bilo je prijavljeno preko 220 radova od oko 350 autora, nakon čega je, posle stručne recenzije, u Zborniku radova štampano 206 radova, od čega je 9 radova prikazano kao saopštenja. Od prihvaćenog broja radova, 45 su od strane pripadnika MO i Vojske, od čega je 21 rad prikazan u sekciji „Primena operacionih istraživanja u odbrani”², koja je i ovog puta, kao nekoliko predhodnih godina, bila najbrojnija i najposećenija u toku rada simpozijuma. Autori prihvaćenih radova su na ovom SYM-OP-IS-u, bili prisutni iz različitih, kako vojnih visokoškolskih i naučnoistraživačkih ustanova, tako i iz operativnih sastava MO i Vojske Srbije. Od ukupno četrnaest organizacionih sastava iz kojih su autori sa svojim radovima uzeli učešće, šest su vojne visokoškolske i naučnoistraživačke ustanove, dok su ostalih osam operativni sastavi Vojske i uprave iz MO i Generalštaba. Najveći broj autora je i ovoga puta, kao i predhodnih godina bio iz Vojne akademije, njih 15. Na ovom simpozijumu su, po pozivu, održana četiri predavanja, dva od strane predavača iz inostranstva i dva od strane domaćih predavača.

Prilikom otvaranja 37. SYM-OP-IS-a, dodeljene su tri povelje, i to: dr Mirjani Čangalović, redovnom profesoru Fakulteta organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu, dr Spasoju Mučibabiću, generalu u penziji i prof. dr Nenadu Mladenoviću [7].

Prema naknadno izvršenim analizama, nakon završetka ovog simpozijuma od strane članova Organizacionog odbora, koji su bili nosioci pripreme oba simpozijuma održana u organizaciji MO i Vojske, zaključeno je da je 37. SYM-OP-IS je u svakom pogledu bio znatno bolje pripremljen i održan u odnosu na 28. SYM-OP-IS. Ovome je posebno doprinelo iskustvo pojedinih članova Organizacionog odbora kao i njihovo učešće na predhodnim simpozijumima. Za uspešnu organizaciju SYM-OP-IS-a – 2010, najzaslužniji su pripadnici Odeljenja za naučnu i inventivnu delatnost Uprave za stratejsko planiranje, koji su svi bili članovi Organizacionog odbora.

Takođe, od strane učesnika ovog SYM-OP-IS-a, u toku njegove realizacije je u više navrta istaknuto da je ovaj simpozijum bio jedan od do tada najbolje organizovanih od samog početka priprema do završetka njegovog rada.

Činjenica je da je organizacija ovog SYM-OP-IS-a poslužila kao model organizaovanja 39. SYM-OP-IS-a, koji je takođe održan na Tari 2012. godine od strane Visoke građevinsko-geodetske škole, koja je te godine po prvi put veoma uspešno organizovala SYM-OP-IS i koja je 2010. godine na sednici Prgramskog odbora održanoj u toku trajanja simpozijuma primljena u društvo budućih organizatora SYM-OP-IS-a.

4. ORGANIZACIONE PRIPREME ZA ODRŽAVANJE SYMOPISA

Za uspešnu pripremu i samu realizaciju SYM-OP-IS-a, neophodno je od strane organizatora pravovremeno preduzeti niz mera, a posebno:

- Formirati „kvalitetan Organizacioni odbor“;

² Uočavaju se različiti nazivi sekcije koji se odnose na primenu operacionih istraživanja u sistemu odbrane, pa tako imamo da se sekcija dugi niz godina - zaključno sa 2005. zvala “Vojne primene” a od 2006. godine se zove “Primena operacionih istraživanja u odbrani”.

- Ostvariti dobru koordinaciju od strane predsednika i sekretara OO sa članovima Programskog odbora (PO) a posebno članovima PO iz redova organizatora;
- Ostvariti dobru koordinaciju OO sa rukovodstvom institucije - nosiocem organizovanja SYM-OP-IS-a;
- Administrativno-tehničke pripreme;
- Finansijske pripreme;
- Razne aspekte logističkog obezbeđenja;
- Informacionu i
- Informativno-medijsku podršku;

Pod „kvalitetnim Organizacionim odborom“ se podrazumeva da u njemu budu uključena lica koja imaju iskustva u pogledu učešća na SYM-OP-IS-ima, bilo kao autori ili koautori radova ili su već bili članovi OO na nekom od predhodnih simpozijumima. Takođe, poželjno je da postoji kontinuitet u radu u odnosu na predhodno učešće u organizovanju, npr. da sekretar predhodnog OO, kod sledećeg organizovanja bude predsednik OO. Ovo je bio slučaj kada je po drugi put organizovan simpozijum u organizaciji MOiV, čime se znatno doprinelo uspešnijem organizovanju. Isto tako, za potrebe sledećeg organizovanja simpozijuma, potrebno je sekretara odrediti za predsednika OO. Uz sve to neophodno je aktivno učešće ovih lica na simpozijumima. Takođe, pored predsednika i sekretara, neophodno je da i ostali članovi organizacionog odbora budu „stručnjaci“ za deo poslova koji obavljaju u OO (logistika, finansije, informaciona podrška, mediji, itd...). Uz sve preduzete mere i aktivnosti u toku priprema i samog održavanja simpozijuma, neophodno je prisustvo timskog rada svih članova OO, koordiniranog od strane predsednika Organizacionog odbora.

5. ZAKLJUČAK

Ministarstvo odbrane i Vojska su jedan od tradicionalnih suorganizatora SYXM-OP-IS-a.

Do sada su od strane Ministarstva odbrane i Vojske, u dva navrata veoma uspešno organizovani simpozijumi, i to 2001. godine u Beogradu i 2010. godine na Tari.

U ulozi glavnog organizatora SYM-OP-IS-a ispred Ministarstva odbrane i Vojske su se nalazile organizacione strukture - nosioci funkcije „Naučnoistraživačka delatnost“ u sistemu odbrane.

Svakako da će organizacione jedinice iz MO i Vojske, kojima bude ubuduće poverena uloga organizatora ispred MOiV, uz iskustvo sa kojima do sada raspolažu, nastojati da održe pa i unaprede dostignuti nivo organizovanja ovog naučnog simpozijuma.

LITERATURA

- [1] Vukadinović, S., 20 godina SYM-OP-IS-a i 53 godine operacionih istraživanja u nas, Zbornik radova sa 20. SYMOPIS-a, Beograd 1993. godine, 13-17.
- [2] Petrić, J., Razvoj operacionih istraživanja u Jugoslaviji, pregledni rad, Zbornik radova sa 20. SYMOPIS-a, Beograd 1993. godine, 19-25.
- [3] SYM-OP-IS – 2012, Zbornik radova SYMOPIS, Uvodni deo – Organizatori, Tara 2012. godine, 3.
- [4] SYM-OP-IS – 2001, Zbornik radova SYMOPIS, sekcija „Vojne primene –A“ i „Vojne primene - B“, Beograd 2001. godine, 35-133.
- [5] SYM-OP-IS – 2010, Zbornik radova SYMOPIS, sekcija „Primena operacionih istraživanja u odbrani“, Tara 2010. godine, 549-632.
- [6] SYM-OP-IS – 2001, Zbornik radova SYMOPIS, Nosioci povelje, Beograd 2001. godine, str. 19-31.
- [7] SYM-OP-IS – 2010, Zbornik radova SYMOPIS, Nosioci povelje, Tara 2010. godine, str. 23-33.



ISTAKNUTI OPERACIONI ISTRAŽIVAČI IZ REDOVA VOJSKE

DISTINGUISHED OPERATIONAL RESEARCHERS FROM THE ARMY

OBRAD ČABARKAPA, RADOJKA MIĆOVIĆ, MARINA DUNJIĆ

Uprava za strategijsko planiranje Ministarstva odbrane, Beograd, obrad.cabarkapa@mod.gov.rs

Abstrakt: *Operacioni istraživači iz redova Vojske su u proteklom periodu znatno doprineli razvoju i usavršavanju oblasti Operacionih istraživanja. Od početka organizovanog rada iz oblasti operacionih istraživanja, oni su bili integrisani među operacionim istraživačima iz civilnih struktura. Zabeleženi su i pojedinačni izolovani slučajevi visokih rezultata koji se vezuju za rad pripadnika Vojske. U ovom radu učinjen je pokušaj da se u najkraćem da osvrt na rad istaknuti operacionih istraživača iz redova Vojske. Među njima su i dobitnici Povelje "SYM-OP-IS" za zasluge u razvoju operacionih istraživanja, koja se dodeljuje istaknutim operacionim istraživačima za dugogodišnji rad i sveukupan doprinos oblasti operacionih istraživanja.*

Ključne reči: *Nosilac povelje, SYM-OP-IS, Istaknuti operacioni istraživač.*

Abstract: *Operational researchers from the Army have significantly contributed to development and improvement in the field of operational researches. From the start of organised work in the area of operational researches they have been integrated into operational researches from the civil structures. Some Army members have achieved individual top results. In this work the author attempts to treat briefly the work of distinguished military operational researchers. Among them there are SYM-OP-IS charter winners for the contribution to the development of operational researches, which is given to the distinguished operational researchers for longstanding work and overall contribution to the area of operational researches.*

Keywords: *Charter winner, SYM-OP-IS, Distinguished operational researcher*

1. UVOD

Simpozijum o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS), koji se kao jedan od oblika organizovanog rada iz oblasti operacionih istraživanja, održava u kontinuitetu već četiri decenije, ima poseban značaj za pripadnike Ministarstva odbrane i Vojske (MOiV) koji se bave rešavanjem brojnih zadataka uz primenu operacionih istraživanja.

Pripadnici Vojske, i kao teoretičari i kao praktičari su, bez prekida učestvovali na SYM-OP-IS-ima, sa ciljem da razmene naučne i stručne informacije, prenesu iskustva i saopšte nove rezultate postignute u razvoju i primeni metoda operacionih istraživanja, prvenstveno u različitim oblastima vojne primene, kako u mirnodopskim tako i ratnim uslovima. Autori iz redova MOiV su, svojim stručnim radovima iz oblasti operacionih istraživanja, u proteklom periodu imali veoma zapaženu i aktivnu ulogu.

Početak primene operacionih istraživanja na našim prostorima, se bez dileme, vezuje za operacione istraživače iz vojnih redova. Početkom osamdesetih godina prošlog veka, u naučnim razmatranjima istaknutih operacionih istraživača iz bivše Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije, postajale su dileme oko tvrdnji za čije ime se vezuje početak operacionih istraživanja u Jugoslaviji. Te dileme su se odnosile na pojedinačne izolovane slučajeve postignutih rezultata iz oblasti operacionih istraživanja pre početka organizovanog i neprekidnog rada na razvoju i primeni operacionih istraživanja. Uz činjenicu da se dilema odnosila na lica koja su bili pripadnici Vojske u različitim periodima, dolazi se do zaključka da nije postojala dilema oko toga da li je u pitanju pripadnik Vojske.

U radu je povodom jubilarnog četrdesetog SYM-OP-IS-a, učinjen pokušaj da se prikažu istaknuti operacioni istraživači iz redova MOiV, koji su dali ogroman doprinos na polju naučnog rada u domenu operacionih istraživanja, a neki od njih postali i nosioci Povelje SYM-OP-IS-a.

2. VLASTIMIR IVANOVIĆ – PRVI OPERACIONI ISTRAŽIVAČ

Na Jugoslovenskom simpozijumu o operacionim istraživanjima (YU-SYM-OP-IS), održanom 1984. godine je otkriveno da se početak operacionih istraživanja vezuje za mnogo raniji period, u odnosu na tvrdnje koje su do tada iznošene, i da je naš prvi operacioni istraživač pukovnik Vlastimir Ivanović [1] i [2]. On je daleke 1940. godine objavio rad, pod nazivom: „Pravila za proračun potrebnog broja transportnih sredstava“¹. Smatra se da ovaj rad ima istorijski značaj [3], sa čime su i uklonjene dugogodišnje dileme o tome ko je naš prvi operacioni istraživač. Pravila pukovnika Ivanovića su zasnovana na Principu najveće ekonomije, koga koristi za određivanje potrebnog broja transportnih sredstava. U svom radu, koji se odnosi na oblast Transportnog zadatka, on daje analizu kako se izračunava minimalni broj vozila potrebnih za prevoz određene količine materijala uz dve pretpostavke: a) kada je potrebno obezbediti redovno snabdevanje u slučaju da je dnevna potrošnja materijala konstantna i b) kada se za određeni vremenski period treba prevesti određena količina materijala. Ovaj rad za operacione istraživače ima poseban istorijski značaj, jer se dolazi do minimizacije broja vozila na osnovu broja obrta na datoj relaciji. Istorijski posmatrano, rad pukovnika Ivanovića se pojavio između dva rada istaknutih imena u svetskoj literaturi, i to rada ruskog matematičara L. V. Kantoroviča iz 1939. godine pod naslovom: „Matematičeskie metodi u organizaciji i planiranii proizvodstva“², gde rešava transportni zadatak, i rada iz 1941. godine američkog matematičara F.F. Hitchcocka, pod nazivom: „Distribution of product from several sources to numerous localities“, koji je uspeo da matematički definiše transportni zadatak.

Nakon uklanjanja dileme o prvom operacionom istraživaču na našim prostorima, krajem osamdesetih godina istaknuti operacioni istraživači su nastojali da se oda zaslužno priznanje pukovniku Ivanoviću. Na petnaestogodišnjici YU-SYM-OP-IS –a, tadašnji član programskog odbora dr Sanjo Zlobec, profesor na McGill University, Kanada, je mnogo pomogao svojom veoma značajnom studijom [4], u kojoj je istakao da se u kasnim tridesetim godinama prošlog veka pojavio „Princip najveće ekonomije“ pukovnika Ivanovića. On ističe da će u svakoj prilici popularisati rad pukovnika Ivanovića, jer on zaslužuje da se nađe na svetskom nivou [5]. Nadalje, Zlobec i Petrić u svojoj knjizi [6], ističu da se metodologija „operacionih istraživanja“ u isto vreme kao i u svetu nazire i na našim prostorima, ističući rad pukovnika Ivanovića, kojim rešava problem izračunavanja minimalnog potrebnog broja potrebnih vozila da bi se prevezla određena količina materijala u uslovima ograničenja.

3. BOŽIDAR KRAUT – PRVI NOSILAC POVELJE ZASLUŽNI OPERACIONI ISTRAŽIVAČ

U svom radu, istaknuti operacioni istraživač Petrić [3] ističe da se kod nas drugi pojedinačni rezultat iz operacionih istraživanja pojavljuje 1953. godine, dakle trinaest godina posle pukovnika Ivanovića. Radi se o publikovanju **prve knjige** iz operacionih istraživanja u Jugoslaviji, pod nazivom: „**Operativno istraživanje – nauka u ratovodstvu i privredi**“, [7] i [8], koju je napisao general Božidar Kraut. Inače, zabeleženo je da je prilikom održavanja prvog jubileja u znak desetogodišnjice rada YU-SYM-OP-IS-a, početak operacionih istraživanja vezivan za generala Krauta, ali je kasnije utvrđeno da se početak vezuje za pukovnika Ivanovića. Božidar Kraut je jedan od utemeljivača razvoja i primene operacionih istraživanja u SFRJ [8].

Rođen je 21. juna 1901. godine u Gornjem Logatecu kod Vrhnike u Sloveniji, a preminuo je 1. marta 1967. godine u Beogradu kao general-potpukovnik JNA u penziji i aktivista veoma širokog spektra delovanja sve do poslednjeg trenutka svog života. Završio je gimnaziju u Sloveniji a Vojnu akademiju u Beogradu. General Božidar Kraut je bio prvi načelnik Vojnotehničkog instituta kao jedan od inicijatora i njegovih osnivača. Takođe, 1957. godine bio je Načelnik Uprave za vojnotehnička istraživanja Državnog sekretarijata za narodnu odbranu (DSNO). Kao istaknuti stručnjak i poznavalac problema nauke i tehnike, a posebno vojne nauke i tehnike bio je izabran za člana Prvog saveznog saveta za naučni rad u SFRJ.

U periodu od 1947. do 1962. godine general Kraut objavio je više stručnih i naučnih radova, među kojima se nalazi i već pomenuta, prva knjiga iz oblasti operacionih istraživanja, koja je izašla u Jugoslaviji 1953. godine. U drugim radovima generala Kraut, izučavaju se dostignuća u nauci i tehnici, problemi artiljerije i njene organizacije, problemi tehničkih kadrova, naučne i tehničke dokumentacije, sve do problema vatrogasnih službi i sporta u tadašnjoj Jugoslaviji. Ceo svoj veoma obiman delokrug istraživanja, kao i popularisanje ove naučne oblasti pokriven je naučnim radovima, od kojih ističemo:

- „Artiljerija na brdsko-planinskom zemljištu“,
- „Organizacija komandovanja i grupisanja artiljerije u borbi“,

¹ Vojnotehnički glasnik 1940. godine, sveska 1-3, strana 1-10.

² Amerikanci su na osnovu ovog rada, u početku osporavali Rusima prvenstvo u operacionim istraživanjima, smatrajući da Kantorovič nije formalno definisao zadatak koji će kasnije nazvati Transportni zadatak, dok se poslednjih godina u ozbiljnijim knjigama iz operacionih istraživanja Kantoroviču odaje zaslužno priznanje.

- „Tehnika i nauka u službi savremene armije“,
- „Naučno-tehničke novosti i zanimljivosti – podaci o automatskom topu i njegovom zrnju“,
- „Operativno istraživanje – nauka o ratovodstvu i privredi“,
- „Novine u savremenom naoružanju“,
- „Nauka i tehnika u armiji, istraživanje i razvojni rad u tehničkim institutima JNA“ i
- „Mesto i uloga službe tehničke dokumentacije u armiji“.

Među navedenim radovima i člancima svakako najznačajnije mesto zauzima knjiga „Operativna istraživanja“. General Kraut u uvodu svoje knjige, ističe: „Cilj ovog rada je da u glavnim crtama upozna čitaoca sa suštinom jedne nove naučne discipline koja se rodila i razvila pod pritiskom potreba i zahteva rata, a svoje „građansko pravo“ stekla ogromnim uslugama koje je učinila ratnim naporima Velike Britanije i SAD. Reč je o „Operacionom istraživanju“. Naziv „operaciono“ ne daje ovom istraživanju neko čisto vojno obeležje, jer se ono odnosi na istraživanja ma kakve „operacije“, tj. „radnje“ ili „postupka na ma kom polju društvene delatnosti“.

General Kraut naglašava, da iako je rat uslovio pojavu operacionih istraživanja i ono se razvilo rešavajući baš vojne probleme i radeći za potrebe rata, prestankom ovoga, operaciono istraživanje na samo što nije nestalo, nego je postalo dragoceno za privredu. Naime, upredo sa razvojem vrlo složenih organizacionih jedinica u savremenom društvu javila se potreba da se metodi čisto naučnog istraživanja iskoriste kao pomoćno sredstvo u rukovođenju složenim telima, kao što su armija i njeni rodovi, veliki industrijski sistemi kao i važne društvene institucije i drugo. Ovim se nije mislilo reći da do tada nisu vršene ozbiljne prethodne analize pri rešavanju organizacionih problema, reč je, međutim o sistemskoj tendenciji da se što veći broj pitanja u vezi s rukovođenjem jednom komplikovanom organizacionom jedinicom proanalizira kvantitativno, matematičkim aparatom i ostalim metodama savremene nauke. Ovaj prikaz čiji su delovi navedeni i danas je aktuelan.

Celokupan rad kao i knjiga generala Božidara Krauta imaju istorijski značaj, predstavljaju polugu oslonac, iz kojih su se ređali novi radovi iz Operacionih istraživanja, stvarali timovi, eksperti, nove teorije, novi modeli, nove discipline i novi zadaci.

Sa pijetetom i uvažavajući izuzetan doprinos za razvoj i primenu operacionih istraživanja kod nas, Programski komitet i Organizacioni odbor YU-SYM-OP-IS-1983. godine dodelio je generalu Krautu posmrtno Povelju zaslužnog operacionog istraživača u okviru dva značajna jubileja: 30. godina razvoja i primene operacionih istraživanja u Jugoslaviji i 35. godina od osnivanja Vojnotehničkog instituta u Beogradu čiji je prvi načelnik i jedan od osnivača. Tada je i posmrtno proglašen general Kraut prvim operacionim istraživačem u Jugoslaviji.

4. SINIŠA BOROVIĆ – NOSILAC POVELJE ZASLUŽNI OPERACIONI ISTRAŽIVAČ

General – potpukovnik u penziji, prof dr. Siniša Borović, rođen je 6. novembra 1946. godine u Srednjoj Reci Ivanjica, Republika Srbija. Osnovnu školu je završio u Devićima, a Tehničku školu - odsek mašinstvu u Čačku 1965. godine. Vojnotehničku akademiju Kopnene vojske JNA završio je 1968. godine a produženo školovanje za sticanje zvanja inženjer 1969. godine. Drugi stepen Visokih vojnotehničkih škola (VVTŠ) KoV JNA u Zagrebu za sticanje zvanja diplomirani inženjer završio je 1974. godine.

Od 2. decembra 1975. godine radio je na Katedri tehničkog obezbeđenja u VVTŠ KoV JNA u Zagrebu kao asistent, predavač, viši predavač, docent i vodeći nastavnik grupe organizacionih predmeta, gde je predavao predmete: „Organizacija rada“, „Organizacija proizvodnje“ i „Operaciona istraživanja“, na svim nivoima školovanja.

Za vreme rada na Katedri Tehničkog obezbeđenja (TOB), vodio je dva kursa za potrebe usavršavanje oficira stranih oružanih snaga (Libije, Iraka, Alžira, Zambije, Bangladeša i dr.) Učestvovao je praktično na svim primenjenim oblicima nastave za pitomce srednjih tehničkih vojnih škola i Vojnotehničke akademije.

Vanredno je završio IV klasu Komandno-štabne akademije (KŠA) KoV u Centru visokih vojnih škola (CVVŠ) „Maršal Tito“ u Beogradu.

Poslediplomske studije je završio na Fakultetu strojarstva i brodogradnje 1984. godine u Zagrebu i odbranio magistarski rad iz oblasti Projektovanje proizvodnih procesa-tehnologija u strojarstvu i proizvodnji, pod nazivom: „Preoblikovanje procesa montaže složenih proizvoda pri prelasku sa mirnodopskih na ratne uslove proizvodnje“.

Doktorsku disertaciju pod nazivom: „Ekspertni sistem za rukovođenje tehničkim obezbeđenjem“ je odbranio 1989. godine i za taj rad dobio nagradu „22 decembar“ kao najviše društveno priznanje za naučno delo iz oblasti Organizacionih nauka.

General Siniša Borović je dugo godina bio član Programskog komiteta za operaciona istraživanja SYM-OP-IS-a. Predsedavao je sekcijama iz više naučnih oblasti a najčešće sekcijama: „Vojne primene“, „Ekspertski sistemi“ i „Višekriterijumsko odlučivanje“. Učestvovao je na skoro svim skupovima SYM-OP-IS-a, kao jedan od najistaknutijih operacionih istraživača u Vojsci Jugoslavije. Na SYM-OP-IS-u održanom 1997. godine, koga je organizovao Ekonomski institut iz Beograda, general Siniša Borović je održao plenarno predavanje na temu: „Vojne primene modela operacionih istraživanja“.

Objavio je veći broj naučno-stručnih radova, dve knjige, jednu zbirku zadataka, jedan priručnik i više skripti, lekcija i nastavnih publikacija.

Paralelno sa radom na službenim dužnostima, realizovao je posebne projekte razvoja Vojske Jugoslavije i permanentno je izvodio nastavu na svim nivoima školovanja.

Na XXVIII simpozijumu, održanom u Beogradu u organizaciji Vojske, tada već u penziji, general – potpukovniku prof. dr Siniši Boroviću je dodeljena Povelja zaslužnog operacionog istraživača. Tom prilikom je održao uvodno predavanje na temu: „Raskorak između mogućnosti i primene operacionih istraživanja u konkretnoj vojnoj praksi“ [9]. Tom prilikom je ukazao na primenu metoda operacionih istraživanja u Vojsci, gde ističe: „Izvorne metode operacionih istraživanja koje se koriste u Vojsci se ne razlikuju, ili su neznatno modifikovane u odnosu na civilne. U razvijenim zemljama i razvijenim armijama sveta, operaciona istraživanja se izražavaju, razvijaju i primenjuju u skoro svim oblastima vojne prakse, a najčešće za mirnodopske i ratne uslove.“

Primena operaciona istraživanja u mirnodopskim uslovima:

- Optimalno upravljanje ljudskim resursima (od izbora kadra do dimenzionisanja potreba); izbor naoružanja i vojne opreme; ekonomično, pravovremeno i optimalno razmeštanje jedinica, zaliha, rezervi i infrastrukture; obezbeđenje borbene gotovosti i sprečavanje iznenađenja.
- Optimalno iskorišćavanje i kombinovanje raspoloživih resursa za izvršavanje postavljenih zadataka.
- Utvrđivanje optimalnih odnosa svih bitnih činilaca za potrebe odbrane.
- Razrada i optimalan izbor varijanti od opšte strategije do pojedine operativne i taktičke radnje.
- Povećanje efikasnosti sistema odlučivanja, upravljanja, komandovanja i logističke podrške.
- Utvrđivanje i rangiranje nacionalnih ciljeva i prioriteta i izbor optimalne strategije za dostizanje tih ciljeva.

Primena operaciona istraživanja u ratnim uslovima, je neophodna radi: optimalnog razrešavanja nastale situacije na bojištu; optimalnog organizovanja narednih etapa vođenja rata; optimalnog korišćenja postignutih rezultata i minimizaciju gubitaka i utroška resursa“

5. SPASOJE MUČIBABIĆ – NOSILAC POVELJE ZASLUŽNI OPERACIONI ISTRAŽIVAČ

General-major u penziji, prof. dr Spasoje Mučibabić, rođen je 23. oktobra 1948. godine u Ljeskovu Dubu, Gacko, Bosna i Hercegovina.

Završio je Vojnu akademiju Kopnene vojske 1970, sa prosekom 10,00 kao prvi u rangu, Vojnotehničku akademiju - diplomirani inženjer atomske fizike i hemije 1978, Komandno-štabnu akademiju 1981, sa odličnim uspehom, takođe kao prvi u rangu, Školu nacionalne odbrane 1987, sa odličnim uspehom i Fakultet organizacionih nauka 1974. godine gde je diplomirao na temu: „Teorija igara“. Posle diplomске studije na istom fakultetu završio je 1979, na temu: „Mešovite matrice igre i primena“. Doktorirao je na Fakultetu organizacionih nauka 1995. godine na temu: „Višekriterijumski aspekti odlučivanja u konfliktnim situacijama“. Celokupno usavršavanje na FON-u, od osnovnih do doktorskih studija vezano je za oblast Operacionih istraživanja i pod mentorstvom istaknutog operacionog istraživača prof. Jovana Petrića.

U Vojsci je proveo od 1970. do 2005. godine i to na komandnim, nastavničkim i rukovodećim dužnostima, od komandira voda do komandanta puka-brigade i načelnika Škole nacionalne odbrane; od nastavnika do načelnika katedre Operativne i od referenta do načelnika odeljenja u Obaveštajnoj i Operativnoj upravi Generalštaba Vojske i Zamenika načelnika Uprave.

U činu general-majora je od 2000. godine, u zvanju vanrednog profesora „Operativne“ od 2000 godine, u zvanju redovnog profesora „Operacionih istraživanja“ od 2003. godine.

Objavio je četiri udžbenika, dvadeset šest naučnih radova, dvadeset četiri stručna rada i šest pedagoških radova (dve skripte i četiri uputstva). Radovi su štampani u domaćim i stranim časopisima.

Na SKUPUS – 1974 godine, koji je prethodio SYM-OP-IS-u objavio je rad “Matrične igre u vojnoj primeni”. Od tada pa do ove godine aktivno je učestvovao na SIM-OP-IS-u. Od 2002. godine član je Programskog odbora.

Definisao je originalnu klasifikaciju metoda OI i objavio pod naslovom: „Possible clasification of the methods of operational research applicable in the field of defense“, u časopisu Yugoslav Journal of Operations Resesarch 16 (2006), Number 2, 227-234.

Poseban doprinos u oblasti Operacionih istraživanja dao je u domenu rešavanja konfliktnih situacija gde je definisao rešavanje višekriterijumskih igara i javno publikovao rad “Multicriteria approach to solving real conflict situations“ u časopisu Mathematica Moravica Vol. 1 (1997), 73-83.

Primenom metoda OI u donošenju odluka u kriznim i konfliktnim situacijama, posebno se bavio u poslednjih 20 godina gde je definisao Strategiju pod nazivom „O3 - Otkri, Odluči, Onemogućiti“. Strategija predstavlja originalan doprinos teoriji asimetričnih strategija i objavljena je u knjizi „Odlučivanje u višekriterijumskim konfliktima“.

Strategija O3, je bila odgovor malih zemalja na Doktrinu NATO „D3 - Detect, Deside, Destroy“ i bila je ugrađena u sistemski dokumenta Vojske i direktno je uticala na definisanju zadataka u tom periodu a posebno u odbrani od NATO agresije 1999. godine.

Takođe, paralelno sa primenom metoda OI u odbrani, određeno angažovanje je ispoljio u primeni Geografsko informacionog sistema (GIS) u rešavanju praktičnih problema.

Učestvovao je na više međunarodnih naučnih skupova i seminara koji su organizovani iz oblasti OI na kojima je uspešno prezentovao naša dostignuća u ovoj oblasti koja nisu zaostajala za svetskim. Održao je više predavanja po pozivu u zemlji i inostranstvu, od kojih posebno izdvajamo predavanja na Univerzitetima: Kembridžu u Engleskoj i Dehradunu i Almori u Indiji.

Svojim radom na odgovornim rukovodećim i komandnim dužnostima u Vojsci direktno je doprineo da se poveća primena operacionih istraživanja u praksi i znatno poveća zainteresovanost mladih kadrova za ovu oblast, što se može videti i povećanjem kvaliteta radova i permanentnim povećanjem broja učesnika iz sistema odbrane.

Svojim školskim obrazovanjem koje uključuje i potpuno obrazovanje u oblasti operacionih istraživanja, od diplomskog rada do doktorske disertacije na Beogradskom univerzitetu, i svojim aktivnim radom u nastavi, istraživanju, operativnim i komandnim dužnostima u Vojsci permanentno je doprinosio obrazovanju iz OI i njihovoj primeni u praksi. Posebno je zaslužan za saradnju u oblasti obrazovanja operacionih istraživanja koja se ostvaruje između Beogradskog univerziteta i vojnih obrazovnih institucija.

Na XXXVII simpozijumu, održanom na Tari u organizaciji Ministarstva odbrane Republike Srbije, general-majoru u penziji, prof. dr Spasoju Mučibabiću, je dodeljena Povelja zaslužnog operacionog istraživača.

6. ZASTUPLJENOST RADOVA NA SIMOPIŠIMA OD STRANE OPERACIONIH ISTRAŽIVAČA IZ REDOVA VOJSKE

U radu su nešto detaljnije obrađeni istaknuti operacioni istraživači iz redova Vojske, koji su pre svega, nosioci Povelje zaslužnog operacionog istraživača kao i pukovnik Ivanović kao prvi operacioni istraživač³. Međutim, ne treba prepustiti zaboravu činjenicu, da je znatan broj pripadnika Vojske sa svojim radovima, duži niz godina bio aktivno prisutan na Simpozijumu o operacionim istraživanjima. Zato je prilika da se navedu i ostali, isto tako zaslužni operacioni istraživači iz redova Vojske⁴, a posebno: Milovan Stojiljković, Zora Petrić, Miloško Jerić, Nedeljko Jokić, Jugoslav Kodžopeljić, Milun Kokanović, Milovan Ćirović i mnogi drugi⁵.

Istražujući zastupljenost radova i učešće pripadnika MO i Vojske na SYM-OP-IS-ima, povodom četrdesetogodišnjice postojanja SYM-OP-IS-a, prikupili smo podatke koji se odnose na najfrekventnije autore radova⁶ od strane pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske.

U tabeli koja sledi prikazan je rang autora, na osnovu broja objavljenih radova na SYM-OP-IS-ima.

U tabeli je napravljen rang na osnovu ukupno do sada objavljenih radova kao prvi autor.

Treba naglasiti da su među autorima koji su najviše objavili radova prisutne sve generacije. Posebno ističemo kontinuitet po godinama starosti: najstarija generacija (3 autora) na rednom broju 1. 2. i 8; srednja

³ Autori rada su zaključili da je do sada iz nepoznatih razloga izostala inicijativa da se i pukovniku Ivanoviću posthumno dodeli priznanje nosioca Povelje zaslužnog operacionog istraživača. Predlažu da se ta inicijativa pokrene na jubilarom 40 –om SIMOPIS-u.

⁴ U ovom radu su ovi autori samo navedeni, a svakako da ostaje prostor za eventualno buduća istraživanja o njihovom ne malom doprinosu razvoju oblasti operacionih istraživanja.

⁵ Neki od njih su navedeni u tabeli u kojoj su prikazani najfrekventniji autori po broju objavljenih radova na simpozijumima.

⁶ Prikupljeni podaci o autorima radova iz redova organizacionih delova MO i Vojske, na svim do sada održanim simpozijumima odnose se samo na radove gde su navedeni kao prvi autori. Zbog obimnosti podataka i kratkoće vremena, ovom prilikom nisu obrađivani podaci koji se odnose na koautore.

generacija (5 autora) na rednom broju 3. 5. 6. 9. i 10; i najmladja generacija (3 autora) na rednom broju 4. 7 i 11. Predlažemo da se svakih 10 godina bira najaaktivniji autor, koji bi se posebno nagradio.

Rang	Ime i prezime	Ukupan broj radova (prvi autor)
1.	Spasoje Mučibabić	14
2.	Radomir Janković	13
3.	Mitar Kovač	12
4.	Dejan Stojković	9
5.	Marko Andrejić	8
6.	Nebojša Nikolić	7
7.	Boban Đorović	6
8.	Zdravko Kojić	6
9.	Obrad Čabarkapa	6
10.	Samed Karović	6
11.	Saša Devetak	6

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je dat kratak prikaz biografskih podataka istaknutih operacionih istraživača iz redova MO i Vojske, kao i osvrt na najbitnije segmente njihovog stvaralačkog rada i doprinosa razvoju oblasti operacionih istraživanja. Na osnovu sažetog prikaza istaknutih operacionih istraživača, nosioca Povelje zaslužnog operacionog istraživača i zastupljenosti radova od strane operacionih istraživača iz redova MO i Vojske, može se zaključiti da su oni u protekle četiri decenije postojanja SYM-OP-IS-a, bili „rame uz rame“ sa ostalim istaknutim operacionim istraživačima iz civilnih struktura.

Početak razvoja operacionih istraživanja na našim prostorima vezuje se za radove pripadnika Vojske. Rad pukovnika srpske vojske Vlastimira Ivanovića, se smatra prvim radom iz operacionih istraživanja na našim prostorima i zato ovaj rad ima istorijski značaj za oblast operacionih istraživanja. Njegov značaj je još veći, ako se uzme u obzir da se pojavljuje među prvim radovima u svetu.

Pored pukovnika Ivanovića, dat je prikaz nosilaca Povelje zaslužnog operacionog istraživača iz redova Vojske, od kojih je generalu Krautu ovo priznanje dodeljeno posmrtno.

Predlažemo da se od 40-godisnjice na svakih 10 godina bira najaaktivniji autor, i da se o trošku organizatora, nagradi u narednih dest godina besplatnim prisustvom na SYMOPIS-ima.

LITERATURA

- [1] Vukadinović, S., Dva pravila pukovnika Vlastimira Ivanovića za proračun potrebnog broja transportnih sredstava, Zbornik radova sa 11 YUSYMOPIS-a, Herceg Novi 1984, 23-25.
- [2] Vukadinović, S., 15. godina SYM-OP-IS-a i 48 godina operacionih istraživanja u Jugoslaviji, Zbornik radova YU-SYM-OP-IS-a, Brioni 1988, 3-5.
- [3] Petrić, J., Razvoj operacionih istraživanja u Jugoslaviji, pregledni rad, Zbornik radova sa 20. SYMOPIS-a, Beograd 1993. godine, 19-25.
- [4] Zlobec, S., Characterising optimality in Mathematical Programming models, Acta Apl. Math. 1988, 113-180.
- [5] Vukadinović, S., 20 godina SYM-OP-IS-a i 53 godine operacionih istraživanja u nas, Zbornik radova sa 20. SYMOPIS-a, Beograd 1993. godine, 13-17.
- [6] Zlobec, S., Petrić, J., Nelinearno programiranje, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [7] Vojno delo iz 1953. godine, Beograd 1953. godine, str 1-77.
- [8] Petrić, J., General Božidar Kraut – prvi operacioni istraživač u Jugoslaviji, Zbornik radova sa 10. YUSYMOPIS-a, Herceg Novi 1983, 19-25.
- [9] Borović, S., SYM-OP-IS – 2001, Zbornik radova SYMOPIS, Uvodno predavanje, Beograd 2001. godine, 23-26.
- [10] SYM-OP-IS – 2010, Zbornik radova SYMOPIS, Nosioci povelje, Tara 2010. godine, str. 23-33.



PRIMENA OPERACIONIH ISTRAŽIVANJA U LOGISTICI ODBRANE

OPERATIONAL RESEARCH APPLICATION IN DEFENSE LOGISTICS

MARKO ANDREJIĆ¹, SRĐAN LJUBOJEVIĆ¹, MARJAN MILENKOV¹

¹ Vojna akademija, Beograd, markodandrejic@hotmail.com

Rezime: U radu se razmatra primena operacionih istraživanja u logistici odbrane. Na načelima i logici sistemskog pristupa prikazana je logistika odbrane kao deo objektivne stvarnosti sistema odbrane, problemi u njoj i područja gde je moguća primena operacionih istraživanja u logistici. Prezentovane su konkretne činjenice o primeni operacionih istraživanja u logistici odbrane, trendovi u daljem razvoju operacionih istraživanja, njihove dobre i loše strane i mogući otpori njihovoj većoj primeni.

Cljučne reči: Logistika odbrane, operaciona istraživanja, primena.

Abstract: This paper discusses the application of operational research in defense logistics. Defense logistics as part of the objective reality of the defense system is displayed on the principles and logic of system approach. The defense logistics problems and areas in which application of operational research in logistics is possible are also presented. This paper presents concrete facts about the application of operational research in defense logistics, trends in the further development of operational research, their strengths and weaknesses and possible resistance to their greater use.

Keywords: Defense logistics, operational research, application.

1. UVOD

Logistika odbrane (jedinstvo teorije i prakse) je važan deo objektivne stvarnosti sistema odbrane. Kao organizacioni i ekonomski sistem logistika odbrane angažuje znatne resurse (materijalne, energetske, informacione, kadrovske i dr.) pri izvršavanju zadataka u okviru definisanih misija. U svom delovanju orijentisana je na tokove materijala, energije i informacija, na uslugu i na kvalitet.

Okolnosti u kojima se donose odluke u logistici složene su i različite, tako da situacije odlučivanja karakterišu: nedostaci relevantnih činjenica o stanju sistema, okruženja ili protivnika; pojave, događaji i aktivnosti najčešće se ne ponavljaju; pri odlučivanju najčešće se ne može računati sa veštačkim izazivanjem događaja, jer ih je često nemoguće izvesti ili je njihovo izvođenje previše skupo, a posledice njegovog izazivanja po sistem ogromne; ograničenost vremena odlučivanja; uticaj rizika, konflikta i neodređenosti; jednovremeni uticaj više ograničenja.

Misija koja je dodeljena logistici odbrane, obim resursa koje angažuje, zahtev za održivom i pametnom odbranom i savremeni trendovi u upravljanju zahtevaju adekvatnu primenu operacionih istraživanja.

Primena operacionih istraživanja u logistici odbrane pratila je obim i cenu resursa angažovanih u logistici, opšti nivo naučnog razvoja i težnju intelektualne elite sistema odbrane da unapredi i intelektualizuje operativnu praksu.

Primena operacionih istraživanja u logistici odbrane unapređuje njenu naučnu i praktičnu stvarnost, doprinosi optimizaciji odlučivanja i unapređenju upravljanja. Kao takva, usmerena je na opis ponašanja sistema (tehnički, organizacioni, ekonomski) ili procesa, analizu (simulaciju) ponašanja sistema ili procesa u izmenjenim uslovima i predviđanje tog ponašanja u budućnosti. U procesima opisa, analize i predviđanja teorija operacionih istraživanja koristi, u vidu radnog, matematičkog aparata, matematičke discipline kao što su: matematička analiza, teorija verovatnoće, teorija igara, statistička teorija, matematička logika, linearno, nelinearno i dinamičko programiranje, teorija masovnog opsluživanja, heurističko - matematičko programiranje i dr.

Metode operacionih istraživanja se razlikuju međusobno po generalnosti – širini obuhvata (veličini skupa problema koji se njima mogu rešavati) i snazi - mogućnostima (efikasnosti pronalaženja rešenja problema).

Primena operacionih istraživanja u logistici odbrane danas nije pitanje pojedinca, već obaveza koju nameće sistem. Ni jedan borbeni sistem, organizaciono rešenje, organizacija upotrebe snaga i sredstava, ili

neka druga inovacija ne treba biti prihvaćena ukoliko nije odgovarajućim metodama operacionih istraživanja tj. analitičkim rezultatima argumentovana opravdanost njenog uvođenja. Analitička argumentacija zasniva se na rezultatima eksperimenata, modelovanja, simulacija, tehničkih ispitivanja i sl.

U cilju pravilnog određenja o rezultatima primene operacionih istraživanja u logistici odbrane neophodno je sagledati kompleksnost logistike odbrane kao dela objektivne stvarnosti sistema odbrane, na načelima i logici sistemskog pristupa, ukazati na oblasti primene operacionih istraživanja u logistici odbrane, utvrditi dostignuto stanje u primeni operacionih istraživanja u logistici, a zatim ukazati na trendove u razvoju operacionih istraživanja i eventualne otpore primeni operacionih istraživanja u logistici odbrane.

Operaciona istraživanja su svojim konceptom i pristupom, uvek doprinosa razvoju održive i pametne odbrane, unapređenju logističkih aspekata odlučivanja u sistemu odbrane i unapređenju stanja u logistici odbrane uopšte.

2. LOGISTIKA ODBRANE KAO DEO OBJEKTIVNE STVARNOSTI

Logistika odbrane je vrlo važan deo objektivne stvarnosti sistema odbrane. Ona podrazumeva niz aktivnosti, mera i postupaka koje preduzimaju subjekti odbrane u cilju uspešnog operacionalizovanja odbrane, kao važne državne funkcije. Vojska Srbije (Vojska) predstavlja jedan od najorganizovanijih subjekata odbrane.

Logistika odbrane čini deo NACIONALNE LOGISTIKE.

Misija sistema logistike, u sferi odbrane, ogleda se u planiranju, stvaranju, razvoju, pokretanju i održanju, odnosno neprekidnoj podršci snaga odbrane. Od nje se zahteva da Vojsci obezbedi manevar, precizno dejstvo (vatru), sveobuhvatnu zaštitu i racionalnu i fokusiranu podršku, „odozgo prema dole”, onda kad treba, tamo gde treba, u meri u kojoj treba i na zahtevani način, što bliže mestu nastajanja logističkih zahteva.

Funkcionisanje sistema logističke podrške vrši se u skladu sa odgovarajućim zakonima i principima (principi funkcionisanja).

Sistem logističke podrške Vojske čine: kadar koji egzistira u upravnim i izvršnim organima logistike; materijalna sredstva logističkih organa i jedinica; prostor na kome su smešteni (razvijeni) elementi sistema logističke podrške; objekti i instalacije; pravna normativa i vojnostručna literatura i dokumentacija iz oblasti logističke podrške.

Objekat interesa sistema logističke podrške jesu čovek, sredstvo, integrisani borbeni sistem (čovek sa pripadajućim tehničkim sistemom i svom podrškom) i organizacioni sistem (jedinice i ustanove), kao celina.

Ciljevi sistema logistike odbrane se dele na: objektivne i namenske.

Namenski ciljevi podrazumevaju stvaranje materijalnih, tehničkih, zdravstvenih, infrastrukturnih i finansijskih uslova za život, rad, borbu i izvršavanje drugih zadataka Vojske, u okviru dodeljenih misija.

Objektivni ciljevi podrazumevaju određenu proizvodnju i usluge radi podmirenja pojedinačnih, zajedničkih i opštih potreba sistema odbrane.

Sistem logističke podrške Vojske je složen, ekonomski i organizacioni, višenivovski sistem.

Organizacionu osnovu sistema logističke podrške u Vojsci predstavlja organizacijsko-formacijska struktura logističkih službi, a nosioci zadataka logističke podrške su komande, štabovi i uprave jedinica i ustanova Vojske. U strukturu komandi i štabova jedinica i uprava ustanova implementirani su adekvatni upravni organi i jedinice logistike kao stručni nosioci definisanih nivoa logističke podrške, koji se realizuju na različitim nivoima organizovanja Vojske.

Zadaci logističke podrške realizuju se na različitim nivoima organizovanja Vojske. Deo stručnih zadataka logistički organi propisuju, organizuju i izvršavaju, a deo zadataka samo propisuju (normativno regulišu), dok ih izvršava nelogistički kadar, u svojim organizacionim celinama.

Rad u sistemu logističke podrške organizuje se u odnosu na radni učinak i u odnosu na naprezanje ljudstva (principi organizacije rada - individualnog i kolektivnog).

Logistika Vojske¹ podrazumeva akvizicijsku i proizvodnu logistiku, kao i potrošačku logistiku, koju čine stacionarna i pokretna logistika.

Logistički zadaci u okviru potrošačke logistike su, po kriterijumu sličnosti, grupisani u nekoliko logističkih funkcija: snabdevanje, održavanje, transport, zdravstvo, opšta logistika i infrastruktura. Realizacija zadataka u okviru navedenih funkcija ima svoju prostornu, vremensku i organizaciono-tehnološku dimenziju.

Karakteristični periodi u funkcionisanju logistike Vojske su: mir, krizne situacije, mobilizacija i rat.

U teorijskom promišljanju i praktičnom delovanju logistika (kao skladan spoj teorije i prakse) je orijentisana na transformaciju materijalnih i drugih tokova, na uslugu i kvalitet.

¹ Obuhvata podršku Vojske pri izvršavanju svih zadataka u okviru definisanih misija.

3. OPERACIONA ISTRAŽIVANJA U LOGISTICI

Dostupne činjenice pokazuju da su operaciona istraživanja na našim prostorima začela u logistici odbrane i da se i danas najviše izučavaju, razvijaju i primenjuju u logistici odbrane i kod razvojnih i kod primenjenih istraživanja.

Nivo primene zavisi od niza faktora, među kojima su najuticajni vrsta i nivo obrazovanja upravljačke elite u sistemu odbrane, nivo investicija uloženi u sistem odbrane i posedovanje stručnog kadra.

Danas, primena operacionih istraživanja naročito daje zadovoljavajuće rezultate ako se radi o rešavanju problema optimalnog izbora i angažovanja složenih tehničkih sistema čije su karakteristike poznate donosiocu odluke.

U nizu problema, iz domena sistema odbrane, koji se mogu tretirati ovim metodama i tehnikama mogu se izdvojiti (Andrejić and Ljubojević 2009): istraživanje optimalnih strategija, optimizacija utroška resursa, planiranje obrazovanja i usavršavanja kadrova, simulacija ratnih igara i utroška resursa u njima, razrada modela logističke podrške, optimizacija pri projektovanju naoružanja i vojne opreme, optimalno planiranje iskorišćenja resursa, izbor optimalnih lokacija razmeštaja sredstava i jedinica, simulacija složenih logističkih procesa (snabdevanje, održavanje, transport i dr.) i izbor optimalne varijante, upravljanje zalihama, opsluživanje korisnika, planiranje kretanja, optimizacija organizacione strukture, prognoziranje razvoja naoružanja i opreme, optimizacija ishrane, optimizacija proizvodnje, izvoza, uvoza i sl.

Trendovi daljeg razvoja i primene metoda i tehnika operacionih istraživanja (u logistici odbrane, a i šire) vode ka fazifikaciji metoda operacionih istraživanja primenom fazi logike i teorije fazi skupova. Umesto „čvrstih“ i preciznih vrednosti prihvataju se i obrađuju „meke“ - rasplinite vrednosti i pokušavaju se obuhvatiti nepreciznosti i neodređenosti koje su imanentne čovekovim saznavnim procesima, kao što su mišljenje i rezonovanje - zasnovani na rečima (Ljubojević *et al.* 2007).

Sem toga, krajem XX veka uvedena je i nova računarska disciplina, kao alternativa klasičnoj veštačkoj inteligenciji, pod nazivom računarska inteligencija (computational intelligence) zasnovana na „soft computing“-u, tj. mekom računarstvu. Meko računarstvo predstavlja skup metodologija koje omogućavaju konceptualizaciju, dizajn i primenu inteligentnih sistema. Glavni činioци mekog računarstva su: fazi logika, neuroračunarstvo, genetsko računarstvo, probablističko računarstvo. Navedene tehnike su pre komplementarne nego suprostavljene jedna drugoj, pa se dosta koriste u kombinaciji, dovodeći na taj način do formiranja hibridnih inteligentnih sistema i njihove primene u podršci odlučivanju.

Usled uticaja ovakvih trendova, princip formalne optimizacije u logistici - *ništa osim najboljeg*, postepeno se menja i ide u smeru - *samo ono što je potrebno i to da minimalno (optimalno) košta*.

U cilju unapređenja funkcionisanja logistike odbrane², a pre svega u optimizaciji odlučivanja i utroška resursa, operaciona istraživanja su primenjivana različitim intenzitetom, uvek primereno trenutnim mogućnostima, potrebama prakse, zahtevima vremena i savremenim trendovima.

Primena operacionih istraživanja u logistici odbrane³ uvek su bila usmerena na maksimizaciju dobiti, minimizaciju cene, iskorišćenje šansi, anuliranje pretnji, bolje iskorišćenje prednosti i otklanjanje nedostataka.

Razvoj i primena operacionih istraživanja u odbrani, posebno u Vojsci, delili su sudbinu vojske i države u kojoj je funkcionisao sistem odbrane.

Operaciona istraživanja su, u različitom obimu i različitim intenzitetom, izučavana na raznim nivoima i oblicima školovanja i usavršavanja logističkog kadra: na osnovnim studijama, posle diplomskih studijama i usavršavanjima (komandnoštabno i generalštabno usavršavanje). Logistički kadar je bio nosilac ideje o neophodnosti primene operacionih istraživanja i u drugim oblastima odbrane.

Svi završni radovi: diplomski, stručni, specijalistički, magistarski i doktorski, u oblasti logistike, u sebi su sadržali optimizacioni aspekt.

Takođe, veliki broj stručnih i naučnih radova iz oblasti logistike koji su objavljivani u časopisima⁴ Naučno-tehnički pregled, Vojno delo, Vojnotehnički glasnik, Vojno-ekonomski pregled, Vojnosanitetski pregled, Ekonomika, Pozadina (časopis za pozadinsko obezbeđenje u oružanim snagama), Savremeni problemi ratne veštine, Ratna praksa, Novi glasnik i dr.⁵, sadrže u sebi neku od primena operacionih istraživanja.

² Prvi put operaciona istraživanja u oblasti odbrane na našim prostorima primenio je srpski logistički oficir, pukovnik Vlastimir Ivanković.

³ Odnosi se na primenu operacionih istraživanja u teoriji i praksi logistike odbrane.

⁴ Neki od ovih časopisa više ne izlaze.

⁵ Pored časopisa koji su izlazili pod okriljem Ministarstva odbrane, radovi iz oblasti logistike odbrane objavljivani su i u brojnim nacionalnim i međunarodnim „civilnim“ časopisima, npr. *Knowledge based Systems Management, Metalurgia Interantional* i dr. Časopisi koji su izlazili pod okriljem Ministarstva odbrane izlazili su u vremenskom periodu od 30 do 50 godina, u obimu 6 do 12 brojeva godišnje, a mnogi časopisi izlaze i sada (boldirani).

Naučni skupovi na kojima se tradicionalno razmenjuju znanja, iskustva i informacije sa internim i eksternim okruženjem i prezentuju radovi (koji u sebi sadrže primenu operacionih istraživanja) iz oblasti logistike odbrane su: Sym-Op-Is, Sym-Org, Simpozijum o odbrambenim tehnologijama (OTEH), Simpozijum o vojnim naukama (SIM-VON), simpozijum o naukama odbrane (SIM-NOD), Teorijski i praktični aspekti savremenih operacija, Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću (ICDQM), Operacioni menadžment i evropske integracije (SPIN); Simpozijum o bezbednosti saobraćaja; Naučno-stručna konferencija o železnici, Savetovanje o bezbednosti putnog saobraćaja u sistemu odbrane i brojni drugi skupovi nacionalnog i međunarodnog značaja, a vrše se ozbiljne pripreme i za utemeljenje naučnog skupa Nacionalna logistika, koji bi se bavio logističkim problemima i pojavama koji pokrivaju sve državne funkcije, odnosno čitavo polje državne aktivnosti i odgovornosti, a ne samo odbrane.

U Vojnoj akademiji i u logističkim upravama Ministarstva odbrane (združenim i jednorodnim) periodično se organizuju logističke i druge tematske konferencije i naučno-stručni skupovi na kojima se tretiraju pojedini problemi logistike odbrane optimizacionog karaktera.

Problemi logistike odbrane su, primenom operacionih istraživanja, tretirani kroz veći broj istraživačkih projekata (17 projekata)⁶, usmerenih na analizu pojava i procesa iz prošlosti, na objašnjenje sadašnjosti i na predviđanje određenih aspekata i područja logističke budućnosti.

Jedan od značajnijih projekata, sa primenom operacionih istraživanja, jeste i istraživački projekat (sa više studija i oko 4500 stranica teksta) „PRIMENA LOGISTIČKOG PRISTUPA U ORGANIZOVANJU VOJSKE“, čiji je osnovni cilj bio da se kroz istraživački postupak, zasnovan na sistemskom pristupu, izradi model logističke organizacije, prilagođene savremenim uslovima, a posredno da se utiče i na osavremenjavanje i modernizaciju organizacije Vojske u celini⁷.

Gotovo da je postala praksa, od strane logističkih uprava Ministarstva odbrane, da se pre donošenja odluka koje imaju dugoročno dejstvo, pokreću i realizuju određeni istraživački projekti u kojima se primenom operacionih istraživanja stvara podloga za donošenje kvalitetnih odluka i preduzimanje upravljačkih akcija.

Logistika odbrane – kao nauka (Andrejić and Milenkov 2012), razvija se funkcionišući u mrežnom okruženju i razmenjujući znanje i informacije, iz oblasti logistike, a i šire, sa obrazovnim i istraživačkim ustanovama u zemlji i inostranstvu (Univerzitet odbrane Republike Češke iz Brna, Akademija odbrane Ujedinjenog Kraljevstva Velike Britanije iz Londona, Poljoprivredni fakultet iz Beograda, Ekonomski fakultet iz Beograda, Fakultet za mala i srednja preduzeća iz Beograda, Fakultet tehničkih nauka iz Novog Sada, Saobraćajni fakultet iz Beograda, Fakultet organizacionih nauka iz Beograda, Mašinski fakultet iz Niša i dr.) i crpeći podatke, znanja i iskustva iz raznih, dostupnih, domaćih i međunarodnih baza podataka (Multinacionalni logistički koordinacioni centar u Pragu, NATO Communication and Information system school i dr.). Ta znanja i informacije koje se razmenjuju, u izvesnoj meri, sticana su primenom operacionih istraživanja.

Do sada⁸ je iz oblasti logistike odbrane izrađeno i odbranjeno 88 specijalsitičkih radova, 85 magistarskih i 34 doktorska rada⁹, a u zadnjih 10 godina iz oblasti logistike odbrane napisano je 25 udžbenika, objavljeno oko 50 naučnih i stručnih radova u domaćim i međunarodnim časopisima i oko 70 naučnih i stručnih radova je objavljeno na nacionalnim i međunarodnim naučnim i stručnim skupovima. Svi navedeni radovi sadrže u sebi optimizacioni pristup.

Najveći broj radova iz oblasti logistike odbrane koji u sebi sadrže primenu metoda i tehnika operacionih istraživanja objavljuvan je u zbornicima radova sa Simpozijuma o operacionim istraživanjima.

Najveći broj radova vezanih za primenu operacionih istraživanja u oblasti logistike odbrane objavili su nastavnici i saradnici iz Centra vojnotehničkih škola KoV JNA „General Ivan Gošnjak“ u Zagrebu. Posebno mesto u razvoju i primeni operacionih istraživanja u logistici dala je Katedra tehničkog obezbeđenja iz sastava Tehničke (a zatim Vojno-tehničke) akademije iz Zagreba, a zatim Katedra tehničkog obezbeđenja iz sastava Vojno-tehničke akademije iz Beograda i Katedra logistike iz Škole nacionalne odbrane (a zatim od 2006. godine u sastavu Vojne akademije).

Tokom prethodnih 39 godina održavanja Simpozijuma o operacionim istraživanjima, iz oblasti logistike, kadar iz logističkih obrazovnih i istraživačkih ustanova objavio je ukupno **254 rada**.

Navedeni radovi su tretirali teorijske osnove optimizacije u logistici i konkretna područja akvizicijske i proizvodne logistike, a posebno oblast potrošačke logistike.

⁶ Deo projekata iz oblasti logistike odbrane koji su rađeni u Tehničkoj upravi, Intendantskoj upravi, Saobraćajnoj upravi, Građevinskoj upravi i Sanitetskoj upravi SSNO, zatim SP GŠVJ i SP GŠ VSCG, kao i projekata rađenih u Sektoru za vojnoprivrednu delatnost (i njegovim predecosorima i sukcesorima) nije uključen u ovaj broj, iako postoje živi svedoci rada na istima.

⁷ Realizovan je 1997. godine, na nivou Sektora za logistiku GŠ VJ, a pored ustanova Ministarstva odbrane učestvovali su i civilni fakulteti i instituti.

⁸ Do 06. juna 2013. godine.

⁹ Brojevi se odnose na radove koji pripadaju naučnoj oblasti logistika odbrane, po „novoj klasifikaciji (usvojenoj od strane Nastavno-naučnog veća VA) naučnih oblasti koje se izučavaju u Vojnoj akademiji”.

4. ZAKLJUČAK

Primena operacionih istraživanja u logistici odbrane ima i dobre i loše strane. Donosilac odluka mora biti svestan i jednih i drugih. Shodno konkretnom problemu i sopstvenom umeću primene razvijenih metoda i tehnika operacionih istraživanja imaće više ili manje uspeha u odlučivanju, tj. donosiće više ili manje kvalitetne odluke (Stojiljković 1984).

Operaciona istraživanja se primenjuju za naučnu pripremu odluke u logistici. Ona ne sadrže ni načela, ni pravila odlučivanja primerena namerama i željama menadžera. Shvatajući operaciona istraživanja kao vid ukupnosti pripreme odluke, menadžeri su nekada skloni njihovom preceñivanju. Ne treba zaboraviti da su definisanje ciljeva i procena stepena njihovog zadovoljenja vrednosti koje su prepuštene menadžerima. Konačne odluke i oni koji ih donose se nalaze izvan domena operacionih istraživanja, što može imati negativne posledice po konačnu odluku, ako se pri njenom formulisanju u dovoljnoj meri ne uvažavaju psihološki činoci, već se odluka formira samo na osnovu rezultata primene operacionih istraživanja.

Ovaj problem se u određenoj meri može prevazići upotrebom grubih skupova, fuzzy skupova i neuronskih mreža, kao područja koja pretenduju da „pomire” i objedine analitički pristup klasičnih metoda operacionih istraživanja i vrednost empirijskog iskustva korisnika ili eksperata.

Treba biti svestan činjenice da operaciona istraživanja nisu svemoćna i da ne mogu da daju odgovore na sva pitanja, već služe za podoptimizaciju odluka.

Ipak, pri svakoj upotrebi metoda ili tehnika treba imati na umu nekoliko činjenica:

Svaki alat sadrži niz snaga i slabosti. Uspeh zahteva razumevanje glavnih problema i sporednih efekata svakog korišćenog alata, a onda kreativno kombinovanje pravih alata i pravih načina primene, u pravo vreme. Tajna je u razumevanju koji se alat koristi, kako i kada.

Vrednost alata se procenjuje prema njegovoj korisnosti, a ne prema modernosti. Alati postoje za dobro ljudi, a ne obrnuto. Menadžerski alati, koje su kreirali njihovi zagovornici za spasavanje korporacija, jednako su „glasni” kao i kritike koje ih okrivljuju za njihovo razaranje. Istina je da alati ne čine ništa; ljudi čine da organizacije (kompanije) budu uspešne ili neuspešne (Mintzberg *et al.* 2004).

Iako metode, tehnike i modeli operacionih istraživanja nisu jedini koji se danas koriste u analizi funkcionisanja složenih sistema i procesa **u logistici**, treba biti obazriv u njihovoj upotrebi. Njima pripada značajno mesto u analizi realnih sistema i procesa, zbog njihove uspešnosti i zbog nastojanja da kvantifikuju merljive indikatore i parametre određenih procesa i sistema.

Činjenično stanje o izučavanju i primeni operacionih istraživanja **u logistici odbrane**, potrebe prakse, zahtevi vremena i savremeni trendovi u odlučivanju, kao i stanje teorije i prakse odlučivanja u našem sistemu odbrane, zahtevaju da se primeni operacionih istraživanja posveti veća pažnja.

U savremenoj logističkoj praksi sve više se uočava interdisciplinarnost problema i analizira odnos matematike (jedno viđenje problema, akademski i školski modeli, aproksimacije, ...), sistemskog pristupa, psihologije i socijalne psihologije u rešavanju problema. Uočava se nedovoljna veza operacionih istraživanja i stvarnih donosilaca odluka.

Eventualni otpori većoj primeni operacionih istraživanja u logistici odbrane mogu biti: prevelika međusobna udaljenost područja teorije operacionih istraživanja (razvoja metoda i tehnika) i područja njihove primene u rešavanju kompleksnih problema povezanih sa upravljanjem i odlučivanjem, veće oslanjanje donosioca odluka u procesima odlučivanja na intuiciju i emocije, iako su rezultati dobijeni primenom metoda i tehnika operacionih istraživanja u suprotnosti sa uvreženim stavovima donosioca odluka.

Logistički problemi su različitog nivoa složenosti: dobro strukturirani, polustrukturirani i loše strukturirani problemi, a stepen njihove strukturiranosti opredeljuje mogućnost primene operacionih istraživanja.

LITERATURA

- [1] Andrejić, M., Ljubojević, S. (2009). Operaciona istraživanja u funkciji podrške odlučivanju u sistemu odbrane. *Vojnotehnički glasnik*, 3, 15-28.
- [2] Andrejić, M., Milenkov, M. (2012). Pokazatelji izgrađenosti logistike odbrane kao nauke. *Vojnotehnički glasnik*. 4, 102-116.
- [3] Ljubojević, S., Dimić, S., Đorović, B. (2007). Primena lokacijskih modela u rešavanju zadataka transportne podrške vojske. Zbornik radova sa 34. Simpozijuma o operacionim istraživanjima (SymOpIs 2007), Zlatibor, 697 – 700.
- [4] Mintzberg, H., Ahlstrand, B., Lampel, J. (2004). *Strateški safari: Kompletan vodič kroz divljine strateškog menadžmenta*, Novi Sad: Prometej.
- [5] Stojiljković, M., Vukadinović, S., (1984). *Operaciona istraživanja*. Beograd: VIZ.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Istraživanje i razvoj



R&D SECTOR PERFORMANCE AND EFFICIENCY AT THE SUB-NATIONAL LEVEL IN THE EUROPEAN UNION: A NON-PARAMETRIC APPROACH

ALEKSANDER ARISTOVNIK

Faculty of Administration, University of Ljubljana, Ljubljana, aleksander.aristovnik@fu.uni-lj.si

Abstract: *The main purpose of the paper is to measure the relative efficiency of the R&D sector in the EU-27 at the sub-national level by applying a non-parametric approach. The empirical results show that among regions with a high intensity of R&D activities the most efficient performers are Noord-Brabant (Netherlands), Stuttgart (Germany) and Tirol (Austria). In contrast, a wide range of NUTS-2 regions from the Baltics, Eastern and Southern Europe is characterized by an extremely low rate of knowledge production and its efficiency, particularly in Poland (Mazowieckie), Lithuania (Lietuva), Latvia (Latvija), Romania (Bucuresti-Ilfov), Bulgaria (Yugozapaden), Slovakia (Západné Slovensko), Greece (Attiki), Spain (Canarias) and Italy (Sardegna).*

Keywords: *R&D, Data Envelopment Analysis (DEA), Efficiency, EU, NUTS-2 regions.*

1. INTRODUCTION

Although the roles of the various institutions involved in the national R&D enterprise vary from country to country, the main funder and performer of R&D in EU economies is generally the private sector. Accordingly, more than one-half of all EU R&D expenditure is financed by companies, and they perform two-thirds of all R&D activities. An analysis of R&D expenditure by source of funds shows that more than half of the total expenditure in the last decade within the EU-27 was funded by business enterprises, while just over one-third was funded by government and less than one-tenth from abroad (Eurostat, 2012). The relatively important role played by the business sector as a source of R&D funding is particularly highlighted in some of the most developed EU countries such as Luxembourg, Finland and Germany where business-funded R&D has accounted for about two-thirds of total expenditures. In contrast, a majority of the expenditure on R&D made in the new member states (Cyprus, Bulgaria, Poland, Romania, Slovakia and Lithuania) has been funded by the government sector (Eurostat, 2012).

This paper joins the efforts of other scholars in investigating R&D efficiency at the regional level by applying a non-parametric methodology. The importance of examining R&D efficiency is particularly pronounced for the EU regions where R&D activities as well as innovation lie at the heart of many regional policies, including the aforementioned Europe 2020 strategy for smart growth. Therefore, the aim of the paper is to review some previous research studies on measuring the efficiency of the R&D sector and to apply the Data Envelopment Analysis (DEA) technique to a wide range of EU (NUTS-2) regions to evaluate their relative efficiency within the sector. Consequently, the paper provides some new evidence on regional R&D efficiency in terms of various inputs and outputs. This regional-level study may hold implications for R&D management as well as innovation policy at the regional level. More specifically, the paper also provides a more complete picture of regional R&D performances by measuring R&D efficiency with available inputs and outputs.

Very few recent studies have examined the efficiency of countries or regions in utilizing R&D expenditures or other resources. For instance, Lee and Park (2005) and Wang and Huang (2007) both evaluated R&D efficiency across nations by considering three outputs (patents, technology balance of receipts, and journal articles) and two outputs (patents and SCI and EI articles), respectively. Lee et al. (2009) used the Data Envelopment Analysis (DEA) approach to measure and compare the performance of national R&D programmes in South Korea. Sharma & Thomas (2008) took account of the time lags in the R&D process and investigated the R&D efficiency of developing countries relative to developed countries. Some other studies that focus on subject areas, institutions, firms, policy programmes or regions are Chen et al. (2011), Guan & Chen (2010), Guan & Ma (2004), Guan & Wang (2004), Guan & He (2005), Huang et al. (2006), Karkazis & Thanassoulis (1998), Liu & Lu (2010), Meng et al. (2006), Moed (2002), Sueyoshi & Goto (2013) and Zhong et al. (2011). Most of these studies assess a particular nation and very few studies

attempt cross-country or cross-regional comparisons of R&D efficiency (also see Aristovnik (2012)). However, very insightful, cross-regional analyses for the R&D sector are rarely used for policy analysis. This gap in the literature is addressed in the following sections of this paper where the DEA approach is applied to EU (NUTS-2) regions.

The paper is organized as follows. In the next section we present the theoretical background to non-parametric methodologies with a special focus on Data Envelopment Analysis (DEA), the specifications of the model and information about the applied data. Section 3 outlines the results of the non-parametric efficiency analysis. The final section provides concluding remarks and some policy implications.

2. METHODOLOGY AND DATA

We adopted the mathematical development of DEA by Charnes et al. (1978) who built on the work of Farrell (1957) and others. DEA is a linear programming-based methodology that has proven to be a successful tool for measuring efficiency. It computes the comparative ratio of outputs to inputs for each unit, with the score expressed as 0–100%. A DMU with a score of less than 100% is inefficient compared to other units. It is used to identify best practices and is increasingly becoming a popular and practical management tool. DEA was initially used to investigate the relative efficiency of non-profit organizations but now its use has spread to hospitals, schools, banks and network industries, among others (Avkiran, 2001). DEA empirically identifies the best producers by forming the efficient frontier based on observed indicators from all producers. We refer to the producers as decision-making units (DMUs). Consequently, DEA bases the resulting efficiency scores and potential efficiency improvements entirely on the actual performance of other DMUs, free of any questionable assumptions regarding the mathematical form of the underlying production function. We use the DEA methodology to evaluate the relative efficiency of each region as it converts, for instance, R&D expenditures into patent applications. We identify the regions (NUTS-2) as the DMUs. Let n ($=271$) be the number of (EU NUTS-2) regions in the data set. Let X_{ij} be the amount of input i consumed by Region j , for $i = 1$ and $j = 1, 2, \dots, 271$. Let Y_j be the number of patent applications by Region j , for $j = 1, 2, \dots, 271$. We are now ready to present the output-oriented DEA model for Region k , $k = 1, 2, \dots, 271$. We must solve one such linear programming model for each region. Mathematically, the technical efficiency of each DMU is computed as:

$$\text{Max } \phi_k \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{j=1}^{271} \lambda_j X_{ij} \leq X_{ik} \text{ for } i=1,2,3 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{271} \lambda_j Y_j \geq \phi_k Y_k \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{271} \lambda_j = 1 \quad (4)$$

$$\lambda_j \geq 0 \text{ for } j=1,2,\dots,271 \quad (5)$$

$$\phi_k \geq 0 \quad (6)$$

We observe that setting $\lambda_k=1$, $\lambda_j=0$ for $j \neq k$ and $\phi_k=1$ is a feasible but not necessarily optimal solution to the linear program for Region k . This implies that ϕ_k^* , the optimal value of ϕ_k , must be greater than or equal to 1. The optimal value, ϕ_k^* , is the *overall inverse efficiency* of DMU k , which represents one plus the proportion by which Region k can increase its patent applications. For instance, if $\phi_k^*=1.10$, then Region k can increase its output by 10% without increasing any of its inputs. We refer to $E_k^*=1/\phi_k^*$ as the *overall efficiency* of region k . Thus, if $\phi_k^*=1.10$ then $E_k^*=0.91$ and we can say that Region k is 91% efficient overall. The left-hand side of Equations (2) and (3) are weighted averages because of Equations (4) and (5), of the inputs and output, respectively, of the 271 regions. At optimality, that is with the λ_j replaced by λ_j^* , we call the left-hand side of Equations (2) and (3) the *target inputs* and *target output*, respectively, for Region k .

Equation (2) suggests that each target input will be less than or equal to the actual level of that input in Region k . Similarly, Equation (3) shows that the target output will be greater than or equal to the actual output level in Region k . Equation (4) ensures that the weights add up to one and allows us to interpret the target inputs and target output as weighted averages of the corresponding quantities in Region k 's reference regions, that is, those states for which $\lambda_j > 0$. Accordingly, this constraint indicates that the production process is a variable return to scale (VRS), meaning that the productivity effect of an additional unit of an input may differ with the size of the region. Thus, the optimal solution to the linear program for Region k identifies a hypothetical target state k^* that, relative to Region k : (a) consumes the same or less of every input; and (b) produces the same or more of the output. Moreover, the objective function expressed in Equation (1) ensures that the target Region k^* produces outputs that are increased as much as possible.

In the majority of studies using DEA the data are analysed cross-sectionally, with each decision-making unit (DMU) – in our case a region – being observed only once. Nevertheless, data on DMUs are often available over multiple time periods. In such cases, it is possible to perform DEA over time where each DMU in each time period is treated as if it were a distinct DMU. However, in our case the data set for all the tests in the study includes average (available) data for the 2005–2010 period in order to evaluate long-term efficiency measures as the effects of R&D are characterized by time lags in selected EU (NUTS-2) regions. The inputs utilized are researchers (as % of total employment), total research expenditure (in % of GDP) and employment in high-tech sectors (high-tech manufacturing and high-tech knowledge-intensive services) (as % of total employment) in each selected region. The output can be in the form of publications or patents (see Sharma and Thomas, 2008) and therefore the raw data for output employed in this study comprise patent applications to the EPO by priority year (number of applications per million inhabitants) and high-tech patent applications to the EPO by priority year (number of applications per million inhabitants). The data come from the Eurostat database (for Summary statistics, see Table 1). The program used for calculating the relative efficiency scores is the Frontier Analyst 4.0 software.

Table 1: Summary Statistics

	Average	St. Dev.	Min.	Max.
<i>Inputs</i>				
Total research expenditure (in % of GDP)	1.46	1.25	0.10 (Severen tsentralen-BG)	7.23 (Prov. Brabant Wallon – BE)
Researchers (as % of total employment)	0.60	0.47	0.07 (Sud-Est-RO)	2.81 (NE Scotland – UK)
Employment in high-tech sectors (as % of total employment)	4.11	1.72	0.99 (Thessalia – GR)	10.99 (Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire – UK)
Human resources in science and technology (% of economically active population)	35.83	8.34	14.63 (Região Autónoma dos Açores – PT)	61.10 (Inner London – UK)
<i>Outputs</i>				
Patent applications to the EPO by priority year (number of applications per million inhabitants)	84.70	102.79	0.26 (Sud – Muntenia – RO)	550.19 (Stuttgart - GER)
High-tech patent applications to the EPO by priority year (number of applications per million inhabitants)	14.46	22.14	0.15 (Sud – Muntenia – RO)	163.03 (Noord-Brabant – NL)

Sources: Eurostat, 2013; own calculations

3. EMPIRICAL RESULTS

In order to ensure relative homogeneity of the sample, the first part of the empirical research divides EU regions into two main groups, the “Top Half” and the “Bottom Half”. The “Top Half” group comprises NUTS-2 regions with R&D expenditures (in % of GDP) higher than the calculated median of 265 regions (i.e. 1.12%). On the other side, the “Bottom Half” includes regions with lower R&D expenditures. The results for the “Top Half” group based on an output-oriented VRS formulation of the DEA analysis suggest that the most efficient regions are in Austria (Tirol), Germany (Stuttgart) and the Netherlands (Noord-Brabant) (see Table 2). These regions, in particular Stuttgart, could serve as a good benchmark for the other regions as they featured among the highest in R&D expenditure. Some other regions also seem to be efficient (for instance, Salzburg, Niederösterreich, Lorraine and Campania), yet they show relatively low R&D intensity compared to the “Top Half” regions. Ultimately, almost 11% of the observed regions are efficient and could be a good example to less efficient regions. The least efficient regions in this group are from Poland, Czech Republic, the UK, Romania, France, Italy and Slovenia. These regions should significantly increase the number of their patent applications and high-tech applications to the EPO.

Table 2: Relative Efficiency of the Selected “Top Half” NUTS-2 Regions

Top Half – 131 regions			
The most efficient regions		The most inefficient regions	
Niederösterreich (AT)	100.0	Mazowieckie (PL)	3.5
Salzburg (AT)	100.0	Strední Čechy (CZ)	4.4
Tirol (AT)	100.0	NE Scotland (UK)	5.1
Vorarlberg (AT)	100.0	Praha (CZ)	5.3
Prov. Hainaut (BE)	100.0	Jihovýchod (CZ)	5.7
Oberfranken (DE)	100.0	SW Scotland (UK)	6.9
Sachsen-Anhalt (DE)	100.0	Bucuresti – Ilfov (RO)	7.4
Stuttgart (DE)	100.0	Lancashire (UK)	8.8
Com. Foral de Navarra (ES)	100.0	Languedoc-Roussillon (FR)	9.4
Basse-Normandie (FR)	100.0	Lisboa (PT)	11.0
Lorraine (FR)	100.0	Merseyside (UK)	11.1
Campania (IT)	100.0	Kent (UK)	11.1
Noord-Brabant (NL)	100.0	Lazio (IT)	11.3
South Yorkshire (UK)	100.0	Zahodna Slovenija (SI)	11.5
Average Efficiency Score			
		44.5	
Standard Deviation			
		29.4	
No. (%) of Efficient Regions			
		14 (10.7%)	

Note: The regions in bold employ above-average R&D inputs

Sources: Eurostat, 2013; calculations by the author

In the group of the “Bottom Half” regions, there are 15 efficient regions (or 13.4% of all observed regions) from both old and new EU member states. However, regions from the new EU member states are predominantly efficient due to the relatively low level of their R&D inputs. But the relevant benchmark regions, i.e. those with above-average inputs in the “Bottom Half” group, are from old members, i.e. Germany (Brandenburg-Nordost, Lüneburg and Schwaben), the Netherlands (Drenthe), Portugal (Centro) and the UK (Eastern Scotland and Highlands and Islands) (see Table 3). Some regions from Bulgaria, Poland, Romania and Greece seem to be efficient particularly due to their extremely low R&D inputs and it would therefore be crucial for them to increase their R&D resources and employ them in an efficient manner. On the other hand, the least efficient regions mainly come from the new EU member states (particularly from the Visegrad and Baltic countries). In order to become an efficient region, these regional units should significantly increase their R&D outputs and should follow their peers in the old EU member states. Moreover, in all of these regions, the key task should be to significantly increase R&D outputs via additional investment in the R&D sector (higher R&D expenditures). Hence, improving the R&D sector’s efficiency, which could significantly contribute to the development and growth of the region, should therefore be a top priority for practically all of these regions in the near future.

Table 3: Relative Efficiency of Selected “Bottom Half” NUTS-2 Regions

Bottom Half – 112 regions			
The most efficient regions		The most inefficient regions	
Prov. Luxembourg (BE)	100.0	Malopolskie (PL)	3.7
Severen tsentralen (BG)	100.0	Lubelskie (PL)	4.9
Severozapaden (BG)	100.0	Moravskoslezsko (CZ)	5.0
Brandenburg – Nordost (DE)	100.0	Slaskie (PL)	5.1
Lüneburg (DE)	100.0	Západné Slovensko (SK)	5.4
Schwaben (DE)	100.0	Lietuva (LT)	5.5
Thessalia (GR)	100.0	Warminsko-Mazurskie (PL)	5.5
Drenthe (NL)	100.0	Jihozápad (CZ)	5.8
Lubuskie(PL)	100.0	Yugozapaden (BG)	6.2
Centro (PT)	100.0	Severovýchod (CZ)	6.7
Nord-Est (RO)	100.0	Kujawsko-Pomorskie (PL)	7.3
Sud-Est (RO)	100.0	Latvija (LV)	7.6
Sud-Vest Oltenia (RO)	100.0	Sardegna (IT)	8.4
Eastern Scotland (UK)	100.0	Észak-Alföld (HU)	8.8
Highlands and Islands (UK)	100.0	Nyugat-Dunántúl (HU)	8.9
Average Efficiency Score			
		36.8	
Standard Deviation			
		31.9	
No. (%) of Efficient Regions			
		15 (13.4%)	

Note: The regions in bold employ above-average R&D inputs

Sources: Eurostat, 2013; calculations by the author

5. CONCLUSION

The paper joins the efforts of other scholars in investigating R&D efficiency by applying a non-parametric methodology at the regional level. In this respect, the Data Envelopment Analysis (DEA) technique was presented and then applied to a wide range of EU-27 (NUTS-2) regions to evaluate technical efficiency within the selected sector. The research findings suggest that Drenthe, Noord-Brabant (Netherlands), Prov. Antwerpen, Prov. Brabant Wallon, Prov. Vlaams-Brabant (Belgium), Tirol, Oberösterreich (Austria), Stuttgart, Detmold, Dusseldorf and Luneburg (Germany), Com. Foral de Navarra (Spain), Rhône-Alpes and Île de France (France) belong to the best-performing NUTS-2 regions located on the regional technology frontier. These EU regions could also serve as peers to improve the efficiency of the less efficient ones. The innovative capacity of advanced regions is their most important source of prosperity and growth. These results confirm the idea that regions with a mature economic system enjoy higher R&D efficiency compared to regions still developing their technology pattern. On the other hand, a wide range of NUTS-2 regions from the Baltics, Eastern and Southern Europe is characterized by an extremely low rate of knowledge production and its efficiency, particularly in Poland (e.g. Mazowieckie, Malopolskie, Lubelskie, Slaskie), Lithuania (Lietuva), Latvia (Latvija), Romania (Bucuresti-Ilfov), Bulgaria (Yugozapaden), Slovakia (e.g. Západné Slovensko), Greece (e.g. Attiki), Spain (e.g. Canarias, Andalucia), and Italy (e.g. Sardegna), suggesting that they are still in the phase of imitating and replicating existing technologies, while only little effort is made to innovate at the EU regions' technology frontier. Consequently, regional and other horizontal (R&D) policies (together with EU regional policy) should be especially aimed at ensuring a sufficient level of R&D spending in the abovementioned countries.

REFERENCES

- [1] Aristovnik A. (2012). The relative efficiency of education and R&D expenditures in the new EU member states. *Journal of Business Economics and Management*, 13(5), 832-848.
- [2] Avkiran, N. K. (2001). Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 35(1), 57-80.
- [3] Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.

- [4] Chen, C. P., Hu, J.L. and Yang, C. H. (2011). R&D efficiency of multiple innovative outputs: The role of the national innovation system. *Innovation: Management, policy & practice*, 13, 341–360.
- [5] Eurostat. (2012). *Science, technology and innovation in Europe*. Brussels: European Commission.
- [6] Farrell, M. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society Series A (General)*, 120(3): 253-281.
- [7] Guan, J. and Chen, K. (2010). Modeling macro- R&D production frontier performance: an application to Chinese province-level R&D. *Scientometrics*, 82(1), 165-173.
- [8] Guan, J., He, Y. (2005). Comparison and evaluation of domestic and international outputs in information science and technology research of China, *Scientometrics*, 65(2), 215–244.
- [9] Guan, J., Ma, N. (2004). A comparative study of research performance in computer science. *Scientometrics*, 61(3): 339–359.
- [10] Guan, J., Wang, J. (2004). Evaluation and interpretation of knowledge production efficiency, *Scientometrics*, 59(1), 131–155.
- [11] Huang, C., Varum, C. A., Gouveia, J. B. (2006). Scientific productivity paradox: The case of China's S&T system, *Scientometrics*, 69(2), 449–473.
- [12] Karkazis, J., Thanassoulis, E. (1998). Assessing the effectiveness of regional development policies in Northern Greece using data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 32(2), 123–137.
- [13] Lee, H. Y. and Park, Y. T. (2005). An international comparison of R&D efficiency: DEA approach, *Asian Journal of Technology Innovation* 2005; 13(2): 207–222.
- [14] Lee, H. Y., Park, Y. T. and Choi, H. (2009). Comparative evaluation of performance of national R&D programs with heterogeneous objectives: A DEA approach. *European Journal of Operational Research*, 196(3), 847–855.
- [15] Liu, J. S. and Lu, W. M. (2010). DEA and ranking with the network-based approach: a case of R&D performance. *Omega-International Journal of Management Science*, 38(6), 453-464.
- [16] Meng, W., Hu, Z., Liu, W. (2006). Efficiency evaluation of basic research in China, *Scientometrics*, 69 (1), 85–101.
- [17] Moed, H. F. (2002). Measuring China's research performance using the Science Citation Index, *Scientometrics*, 53(3), 281–296.
- [18] Sharma, S., and Thomas, V. J. (2008). Inter-country R&D efficiency analysis: an application of data envelopment analysis. *Scientometrics*, 76(3), 483–501.
- [19] Sueyoshi, T. and Goto, M. (2013). A use of DEA–DA to measure importance of R&D expenditure in Japanese information technology industry. *Decision Support Systems*, 54, 941–952.
- [20] Wang, E. C. and Huang, W. C. (2007). Relative efficiency of R & D activities: A cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach. *Research Policy*, 36(2), 260-273.
- [21] Zhong W, Yuan W, Li SX (2011). The performance evaluation of regional R&D investments in China: An application of DEA based on the first official China economic census data. *Omega-International Journal of Management Science*, 39(4), 447-455.



USPOSTAVLJANJE SISTEMA EVALUACIJE U NAUCI I INOVACIJAMA U JUGOISTOČNOJ EVROPI

ESTABLISHING EVALUATION OF SCIENCE AND INNOVATION IN SOUTHEAST EUROPE

DIJANA ŠTRBAC, LAZAR ŽIVKOVIĆ, ĐURO KUTLAČA, DUŠICA SEMENČENKO, Marija MOSUROVIĆ-RUŽIČIĆ

Univerzitet u Beogradu, Institut Mihajlo Pupin, Beograd, dijana.strbac@pupin.rs, lazar.zivkovic@pupin.rs, djuro.kutlaca@pupin.rs, dusica.semencenko@pupin.rs, marija.mosurovic@pupin.rs

Rezime: *Evaluacija istraživanja, tehnološkog razvoja i inovacija (ITRI) je ključna aktivnost za formulisanje efikasne naučno-tehnološke politike. Predmet razmatranja ovog rada su osnovne postavke evaluacije u nauci i inovacijama. Kako zemlje Jugoistočne Evrope nemaju razvijenu praksu i kulturu evaluacije, u radu su istaknuti osnovni ciljevi projekta EVAL-INNO i aktivnosti kojima se namerava unaprediti evaluaciona infrastruktura u regionu.*

Ključne reči: *ITRI evaluacija, EVAL-INNO projekat, Jugoistočna Evropa.*

Abstract: *Evaluation of research, technological development and innovation (RTDI) is a key activity for creating effective science and technology policy. Subject of this paper are basic principles of evaluation in science and innovation. Since SEE countries do not have developed evaluation practice and culture, this paper presents basic objectives of EVAL-INNO project and activities meant to improve the evaluation infrastructure in the region.*

Keywords: *RTDI evaluation, EVAL-INNO project, Southeast Europe.*

1. UVOD

Nauka i inovacije treba kontinuirano da se prate i evaluiraju kako bi se obezbedio strateški razvoj znanja i odlučivanje na osnovu podataka, informacija i iskustva u okviru naučno-tehnološke politike. One omogućavaju da se ostvare promene u društvu i načinu poimanja raznih procesa. Inovacije su ključne za povećanje konkurentnosti privrede, životnog standarda i društvenog blagostanja uopšte. Da bi se razumeo način na koji inovacije menjaju društvene, ekonomske i ekološke performanse jedne zemlje, neophodna je evaluacija celog procesa.

Naučni i inovacioni proces je kompleksan i uključuje rizik. Često je teško meriti kratkoročne i dugoročne efekte inovacija zbog čega klasična ekonomska *cost-benefit* analiza ne može biti adekvatan metod za evaluaciju nauke i inovacija.

Evaluacija nauke i inovacija je neophodna iz više razloga. Pre svega, njen cilj je da utvrdi da li su se ciljevi nekog programa ili projekta ostvarili i kako se mogu poboljšati. Zatim, bitno je da se procene troškovi i koristi određenog programa/projekta, kao i da se uvidi da li su njegovi ciljevi u skladu sa opštim ciljevima države/organizacije.

Bitno je razlikovati monitoring i evaluaciju nekog projekta. Iako oba postupka predstavljaju ocenu aktivnosti i rezultata projekta, razlikuju se prema predmetu ocene i vremenskom periodu u kom se sprovode. Monitoring se obavlja tokom implementacije programa sa ciljem da se utvrdi da su postignuti rezultati u skladu sa planiranim. Nasuprot tome, evaluacijom se procenjuju dugoročni i srednjoročni efekti projekta, naročito imajući u vidu njihovu održivost.

2. EVALUACIJA

Naučno-tehnološka politika uključuje sve aktivnosti i propise kojima se organizuju istraživački i inovacioni sistemi zemalja, odnosno inkorporirana je u javne programe, zakone, akte i institucije koje je sprovode. Kreatorima naučne politike kontinuirano su potrebne informacije o funkcionisanju inovacionih i istraživačkih sistema, efektivnosti finansiranja, kvalitetetu istraživanja i razvoja i dr. Osim toga, često je

neophodno pokazati da su investicije u nauku i istraživanje opravdane i zbog toga je potrebno obezbediti osnovu za kontinuiranu procenu politika.

Da bi se ostvarili ovi ciljevi neophodno je sprovođenje evaluacije koja predstavlja skup metoda i tehnika kojima se obezbeđuju informacije za nosioce politika, menadžere programa i javnost o efikasnosti preduzetih mera. Razvijena kultura evaluacija predstavlja neophodni deo strateški orijentisane naučno-tehnološke politike, a istovremeno i uslov i posledica dobro kreirane politike.

Evaluacija se definiše na različite načine u zavisnosti od primenjene metodologije, oblasti na koju se odnosi i primene rezultata. Evaluacija je sistematičan i objektivni proces koji procenjuje relevantnost, efikasnost i efektivnost politika, programa i projekata u cilju postizanja prvobitno postavljenih ciljeva. Predstavlja i teorijski i praktični pristup čiji su rezultati povratna informacija u procesu kreiranja politike i omogućava formulisanje i procenu politike (European Commission, 2002).

Evaluacija je proces koji nastoji da odredi što sistematičnije i objektivnije, relevantnost, efektivnost, efikasnost i uticaj aktivnosti u svetlu postavljenih ciljeva. Reč je o sredstvu za upravljanje i akciono učenje i o organizacionom procesu za poboljšanje kako trenutnih aktivnosti, tako i budućeg planiranja, programiranja i donošenja odluka (UNICEF, 1991).

U objašnjavanju suštine procesa evaluacije pojedini autori se fokusiraju na uloge onih koji sprovode tu aktivnost. Uloga ITRI evaluatora je da utvrdi koji su efekti i rezultati neke politike, drugim rečima da povežu aktivnosti učesnika na projektu sa uticajem koje su one imale na konkretnu intervenciju koja se evaluira. Kreatori politike su uglavnom zainteresovani da vide kakav je uticaj imao konkretni program na produktivnost, konkurentnost i društveno blagostanje (Molas-Gallart, Davies, 2006).

Istraživanje, tehnološki razvoj i inovacije (ITRI) podrazumevaju postojanje više učesnika sa različitim interesima, tako da i sama evaluacija može da ima različite funkcije, kao što je prikazano u tabeli 1.

Tabela 1: Funkcije ITRI evaluacije

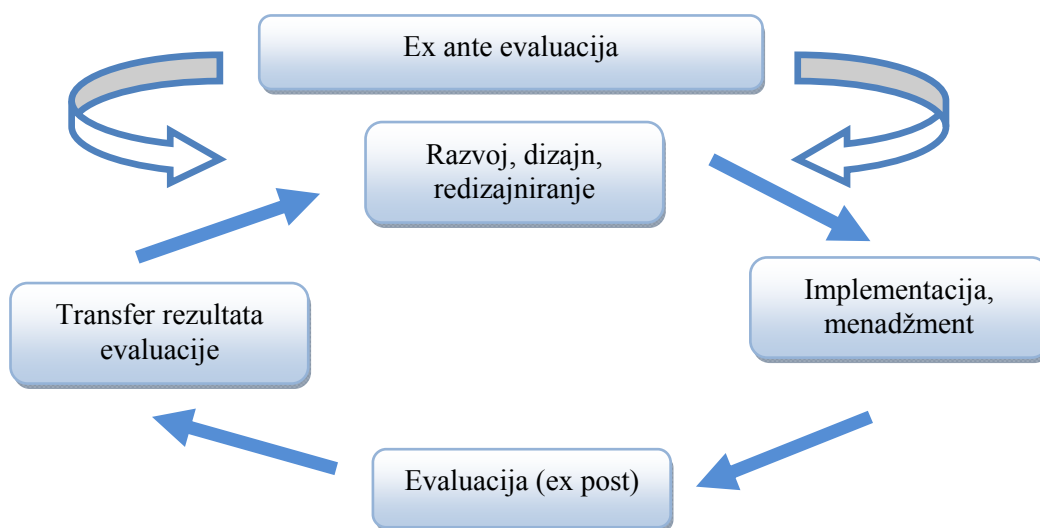
Funkcija	Evaluacije...	Neophodna kompleksnost analize	Prostor za eksperimentisanje
Funkcija zakonskog priznavanja	Opravdava korišćenje javnih dobara	visoka	visok
Funkcija pribavljanja informacija	Podiže nivo svesti kod javnog mnjenja i politike informisanosti	može da bude i niska i visoka	prilično visok
Funkcija učenja	Omogućava da učesnici dobiju povratnu informaciju	visoka	visok
Funkcija upravljanja	Priprema odluke i određuje buduće politike	visoka	nizak
Funkcija kontrole	Proverava da li se poštuju pravila	zavisi, ali je obično niska	nizak
Funkcija posredovanja	Spaja interesne grupe	nije bitna	nije bitan

Izvor: EVAL-INNO, 2012.

U zavisnosti od nivoa na kom se evaluacija vrši, postoji evaluacija politike, institucije, programa, projekta, sistema, sektora, portfolija i dr. Za razliku od monitoringa koji se sprovodi u toku implementacije programa/projekta, evaluacija se može vršiti u različitim periodima, tako da se u literaturi veoma često pominje *ex ante* evaluacija (sprovodi se pre nego što otpočne projekat, program ili pre nego što institucija počne poslovati), *interim* (obavlja se u toku primene programa/strategije/projekta) i *ex post* evaluacija (sprovodi se nakon završetka primene strategije/projekta i sl). Osim toga, postoje i završna evaluacija, *ad hoc* evaluacija, periodična i dr.

Sadržaj svake evaluacije uključuje koncepte evaluacije, dizajn evaluacije, proces evaluacije i analizu uticaja (FTEVAL, 2003). Koncepti evaluacije obuhvataju pretpostavke, cilj i osnovne uslove nekog projekta/programa/institucije. Oni su uglavnom sastavni deo *ex ante* evaluacije. Dizajn evaluacije govori o efikasnosti sadržaja i organizacione strukture. Predstavlja sastavni deo evaluacije u svim fazama i zapravo utvrđuje koliko je određen cilj i instrument pogodan za rešavanje problema. Proces evaluacije se bavi utvrđivanjem načina na koji se sprovode aktivnosti i kakav je njihov kvalitet, efikasnost i delotvornost. Najčešće se javlja u okviru privremene evaluacije programa koji se odnose na promociju, komunikaciju i kontrolu. Analiza uticaja istražuje nivo do kog su postignuti ciljevi programa i utvrđuje sve direktne i indirektno efekte programa. Pri tome, uvek se pravi razlika između autputa, rezultata i efekta programa. Predstavljaju važan deo *ex post* evaluacija.

Evaluacija je izuzetno bitna za istraživanje, tehnološki razvoj i inovacije zato što u ovoj oblasti nedostaju tržišni signali koji bi omogućili prilagođavanje promenama u okruženju. Osim toga, ona pruža informacije, eksterna mišljenja i orijentaciju o tome kako se sprovodi neki program/projekat. U okviru svakog programskog ciklusa (koji obuhvata faze planiranja, dizajna, implementacije i evaluacije) moguće je sprovoditi nekoliko evaluacija u različito vreme i na različitim nivoima.



Slika 1: Ciklus politike (Izvor: FTEVAL, 2003)

Način na koji se evaluacija odvija u ciklusu politike predstavljen je na slici 1. Naime, svaki program nastaje sa ciljem da se reši neki problem. Kao posledica toga, formulišu se predlozi programa koji se razmatraju i redizajniraju. Zatim nastupa *ex ante* evaluacija u okviru koje se preispituje adekvatnost, dizajn i logika programa. Kao posledica toga, nastaju određene promene ili prilagođavanja. U tom trenutku program počinje da se implementira i u određenom momentu otpočinje privremena evaluacija u kojoj se procenjuje napredak projekta/programa i daju preporuke za dalji nastavak aktivnosti.

Jasno se vidi da postoje tri nivoa organizacije i upravljanja evaluacijom: strateški (odgovoran za razvoj programa), menadžment nivo (koji sprovodi intervenciju) i ciljna grupa (korisnici programa). Treba imati u vidu da je za uspeh procesa evaluacije od ključnog značaja jasno razgraničenje poslova između različitih nivoa, kao i adekvatna komunikacija između njih. Rezultati evaluacije treba da budu transferisani na strateški nivo kako bi postale deo aktivnosti vezanih za procene i odlučivanje donosilaca odluka. U suprotnom, postoji opasnost da nastanu poremećaji u realizaciji programa.

Da bi se uspešno sproveo proces evaluacije, neophodno je postojanje nekoliko koraka u ciklusu evaluacije (Technopolis group & Mioir, 2012). Prvi korak je svakako definisanje indikatora ostvarenja koji će predstavljati osnovu za sprovođenje evaluacije. Zatim je bitno da se definiše obim, nivo i kriterijumi evaluacije. U narednom koraku se sprovodi evaluacija uz odlučivanje o sastavu evaluacionog tima, potrebnim finansijskim sredstvima i vremenu, uključivanju učesnika (stejkholdera) u proces i interpretacije rezultata u zaključke relevantne za kreatora politika. Posebno je značajno da se odabere adekvatan skup metoda koje će zadovoljiti i kontekst i potrebe svake evaluacije.

Posmatranje evaluacije kao dela ciklusa politike nesumnjivo je uticalo na razvoj novih pristupa i metoda evaluacije (Zabala Iturriagoitia, Jiménez Sáez, 2006). Na početku su se koristili uglavnom kvantitativni metodi zasnovani na input-autput analizi, a zatim su se razvili brojni kvalitativni pristupi zasnovani na studijama slučaja i kombinaciji ova dva pristupa. Danas postoji veliki broj metoda i tehnika evaluacije koje imaju za cilj utvrđivanje i ocenjivanje rezultata i uticaja programa.

Svaka evaluacija mora da se zasniva na određenim kriterijumima koji osiguravaju davanje pravilnih ocena. Polazna tačka je kriterijum efektivnosti koji utvrđuje uticaj neke inicijative, odnosno kakvo bi stanje bilo da nije bilo te aktivnosti (Coordination Committee on Innovation, 2012). Zatim se utvrđuje da li je neki program ili projekat bio efikasan u smislu troškova, odnosno da li su koristi koje je doneo u skladu sa troškovima koje je prouzrokovao. Jedan od kriterijuma je i opravdanost neke politike/programa, drugim rečima da li je aktivnost preduzeta na pravi način i u pravoj oblasti. Proverava se i usklađenost sa strateškom politikom tako što se sagledava koliko je neki program u skladu sa dugoročnim nacionalnim istraživačkim i inovacionim prioritetima.

3. UNAPREĐENJE KOMPETENCIJA U EVALUACIJI ITRI U REGIONU JUGOISTOČNE EVROPE (EVAL-INNO)

Jugoistočnu Evropu karakterišu velike razlike u politikama posvećenim inovacijama i raznovrsni izvori finansiranja, što u velikoj meri utiče na sve oblasti društveno-ekonomskog delovanja. Osim toga, primetna je i nedovoljna razvijenost sopstvenih kapaciteta za evaluaciju istraživanja, tehnološkog razvoja i inovacija što predstavlja veliki nedostatak nacionalnih inovacionih sistema ovih država. U ovom regionu uglavnom ne postoji praksa postojanja sertifikovanih ITRI evaluatora što svakako nije dobra polazna tačka imajući u vidu razvoj ITRI politike u EU i zajedničke programske aktivnosti između regiona i zemlja u oblasti istraživanja i inovacija.

U Evropi, politika u domenu istraživanja, razvoja i inovacija više nije samo u rukama nacionalnih institucija: nacionalni programi se nalaze u komplementarnom ili čak konkurentskom položaju u odnosu na regionalne inovativne politike ili transnacionalne programe Evropske Unije (Kuhlmann, 2001). Jačanju kapaciteta za evaluaciju politika, programa, projekata i institucija u skladu sa međunarodnim standardima u Srbiji i zemljama Jugoistočne Evrope omogućeno je kroz projekat EVAL-INNO. Osnovni cilj EVAL-INNO projekta je jačanje kako regionalnih, tako i nacionalnih kapaciteta u evaluaciji, poboljšavajući na taj način okvirne uslove za inovacione politike, programe, institucije i projekte. Projekat nastoji da (<http://www.eval-inno.eu/index.php/aboutus/about-the-project>):

- Promoviše ulogu ITRI evaluacija kao ključnog preduslova za kreiranje reflektivnog sistema učenja u inovacijama,
- Razvija neophodne kapacitete i sposobnosti za sprovođenje ITRI evaluacija,
- Obezbedi proceduralna i metodološka znanja i alate za evaluatore i nadležne organe.

Glavne ciljne grupe projekta su tela nadležna za finansiranje inovacija (ministarstva, agencije, posrednici u inovacijama i sl.), iskusni ITRI evaluatori i potencijalni evaluatori kojima se nastoji pružiti institucionalna podrška i pomoć u izgradnji kapaciteta za evaluaciju. Da bi evaluatori i nadležna ministarstva bili informisani, u okviru projekta će biti formirana platforma za RTDI evaluaciju koja će se kontinuirano ažurirati. Takođe, predstavnici ove dve ciljne grupe će pohađati različite treninge na kojima će biti reči o metodologiji i procedurama evaluacije, javnim nabavkama i promociji inovacija. Imaće priliku da na konkretnim primerima vide evaluaciju RTDI programa i institucija na osnovu metodologije koja im je predstavljena.

Projekat je usmeren na zemlje Jugoistočne Evrope i finansira se iz Programa transnacionalne saradnje za Jugoistočnu Evropu, a sufinansira iz sredstava institucija partnera na projektu. Glavne aktivnosti EVAL-INNO projekta su:

- Kreiranje standarda za evaluaciju i organizovanje treninga - elaboracija i diseminacija standarda, pripreme za treninge i izgradnju kapaciteta, organizacija treninga i radionica za izgradnju kapaciteta.
- Mapiranje – odnosi se na (1) mapiranje inovacione politike kroz prikupljanje strateških dokumenata vezanih za inovacije, zakonsku regulativu ITRI evaluacije, informacije o već sprovedenim ITRI evaluacijama u formi izveštaja i analiza; (2) mapiranje ITRI programa i instrumenata finansiranja; (3) mapiranje postojeće inovacione infrastrukture; (4) mapiranje inovacionih stejkholdera – organizacija koje mogu uticati na politike i programe i organizacija koje mogu predložiti i realizovati politiku inovacija; (5) mapiranje evaluatora koji imaju iskustva u evaluacijama programa i politika, kao i potencijalnih evaluatora.
- Kreiranje metodologije za evaluaciju programa i *benchmarking* vežbu – Obuhvata komparativnu analizu naučne baze i najboljih primera u oblasti evaluacije i *benchmarking*-a RTDI aktivnosti, kao i definisanje smernica za vrednovanje RTDI programa i metodologije za *benchmarking* posrednika ili inovacionih IR organizacija/centara.
- Evaluacija programa i *benchmarking* vežba – Uključuje predstavljanje 3 pilot programa ITRI evaluacija, implementiranje *benchmarking* vežbe u 6 zemalja i održavanje radionice vezane za razmenu iskustava zemalja Jugoistočne Evrope u domenu evaluacije i diseminacija elaborirane metodologije u JIE zemljama.
- Promovisanje međunarodne razmene i održivosti – podrazumeva uspostavljanje transnacionalnog vlasništva nad procesima, publikovanje rezultata projekta, kao i održavanje međunarodne konferencije i saopštenja o finalizaciji projekta.

Projekat EVAL-INNO treba da da više rezultata. Jedan od rezultata je uspostavljanje standarda za ITRI evaluaciju u cilju podsticanja razvoja i usvajanja etike u evaluaciji u zemljama JIE. Standardi su objavljeni na engleskom jeziku i jezicima zemalja partnera na projektu. Zatim, rezultat projekta je i baza podataka dostupna na sajtu projekta o ITRI politikama, programima, institucijama, biografijama evaluatora, metodološkim i proceduralnim alatima, izveštajima iz prakse i dr. koja je nastala kao rezultat

standardizovanog mapiranja u zemljama partnerima. Projektom se organizuje i program obuke koji treba da obezbedi najmanje 50 obučених ITRI evaluatora, kao i još 50 obučених eksperata iz institucija nadležnih za upravljanje ITRI. Važan rezultat projekta jeste i *benchmark* posredničkih inovativnih organizacija u svim zemljama partnerima na projektu, sprovođenjem tri evaluacije programa i *benchmarking* analize inovativnih organizacija. Projektom se stvaraju mogućnosti za umrežavanje i razmenu iskustava sa profesionalcima u oblasti evaluacije i korisnicima evaluacije na evropskom nivou, kroz brojne konferencije, sastanke i zajedničke publikacije.

Osim neposrednih rezultata, projektom se indirektno utiče na uspostavljanje kulture evaluacije u zemljama regiona. Evaluaciona kultura je termin koji govori o tome koliko je praksa evaluacije ugrađena u politiku neke institucije, u neki program i njegovu implementaciju (Miles, Cunningham, Cox, Malik, 2006). Sadašnjost predstavlja istorijsku priliku za region Jugoistočne Evrope da se integriše u evropsku privredu. Tehnološka i naučna integracija su najvidljivije u oblasti istraživanja i razvoja kroz učešće na međunarodnim IR projektima, eksterno finansiranje IR ili kroz obrazovanje u inostranstvu (Kutlača, Radošević, 2011). EVAL-INNO projekat je upravo jedna od inicijativa koja može doprineti povezivanju i saradnji između zemalja regiona, ali i šire.

Imajući u vidu navedene ciljeve, aktivnosti i rezultate EVAL-INNO projekta može se utvrditi i putanja kojom bi trebalo se uspostaviti sistem ITRI evaluacije u Srbiji i drugim zemljama Jugoistočne Evrope. Centralni deo projekta se odnosi na podizanje svesti o značaju evaluacije usvajanjem standarda i metodologija za sprovođenje iste, kao i obuku i sertifikovanje evaluatora koji bi bili sposobni da primene standarde evaluacije u zemljama porekla. Svrha projekta je i da identifikuje potencijalne korisnike rezultata projekta na regionalnom, nacionalnom i međunarodnom nivou (javne institucije, stejkholderi, posredničke organizacije). Zatim, uspostaviće se i regionalna platforma koja će pružati podatke o evaluatorima, relevantnim strateškim dokumentima, ITRI programima, ITRI infrastrukturama. Projekat je usmeren i na diseminaciju pozitivnih primera iz prakse ITRI evaluacije sa posebnim akcentom na korišćenju rezultata evaluacije u daljem razvoju evaluiranog programa. Osim evaluacije, EVAL-INNO projekat će sprovesti i *benchmarking* analizu istraživačko-razvojnih kapaciteta na nivou inovativnih organizacija i nastojati da ostvari saradnju sa raznim međunarodnim udruženjima i platformama iz oblasti ITRI evaluacije.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Evaluacija se može sprovoditi na programima, projektima, potfoliju programa, institucijama ili na celokupnom inovacionom sistemu. Prema vremenskom horizontu, može se odvijati pre primene nekog programa (*ex ante*), u toku implementacije, nakon završetka programa (*ex post*) ili prema potrebama koje se javu u toku trajanja programa (*ad hoc*). Iako evaluacija predstavlja relativno skup proces, države imaju interes da vrše evaluaciju svojih programa i politika, jer će njeni rezultati znatno doprineti poboljšanju mera u narednom ciklusu politike.

Cilj svake politike naučno-tehnološkog razvoja jeste da unapredi kvalitet i kvantitet istraživanja i inovacija, da stvori uslove za saradnju javnog i privatnog sektora i obezbedi efikasnu istraživačku infrastrukturu. Evaluacija ITRI je koncept koji doprinosi ostvarivanju ovih ciljeva i kontinuiranom unapređenju politike u oblasti istraživanja i razvoja. Zbog toga, države Jugoistočne Evrope treba da usvoje standarde i procedure za evaluaciju ITRI kako bi se ovaj proces sprovodio na usklađen način.

Zemlje jugoistične Evrope karakterišu sve raznovrsnije politike istraživanja i razvoja, kao i različito finansiranje ovih aktivnosti s jedne strane i nepostojanje adekvatnih kapaciteta za ITRI evaluaciju, s druge strane. Ta činjenica stvara usko grlo u celokupnom ciklusu inovativnog menadžmenta. Otuda, glavni cilj EVAL-INNO projekta je da ojača nacionalne i regionalne evaluacione kapacitete kako bi se unapredio okvir za donošenje inovacionih politika, programa, institucija i projekata. Projekat nastoji da promovise ulogu ITRI evaluacija kao bitnog uslova za stvaranje fleksibilnog inovacionog sistema i da razvije kapacitete (kompetencije) za obavljanje evaluacija. Usmeren je na pružanje podrške kako evaluatorima, tako i nadležnim državnim organima u pogledu obezbeđivanja neophodnih informacija, procedura i treninga vezanim za ITRI evaluaciju i promociju inovacija.

Zahvalnost

U radu su saopšteni rezultati istraživanja na projektu: „Istraživanje i razvoj platforme za naučnu podršku u odlučivanju i upravljanju naučnim i tehnološkim razvojem u Srbiji“, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u periodu 2011-2014, evb. III 47005.

LITERATURA

- [1] Coordination Committee on Innovation (2012). Best Practice Guide to Evaluation of Science and Innovation Initiatives, Australian government.
- [2] European Commission (2002). RTD Evaluation Toolbox – Assessing the Socio-Economic Impact of RTD-Policies, IPTS. Technical Report Series, EUR 20382 EN.
- [3] EVAL-INNO (2012). RTDI evaluation standards, Centre for social innovation, Vienna.
- [4] FTEVAL (2003). Evaluation Standards in Research and Technology Policy, Vienna.
- [5] <http://www.eval-inno.eu/index.php/aboutus/about-the-project>
- [6] Kuhlmann, S. (2001). Future governance of innovation policy in Europe - three scenarios, Research Policy 30, 953–976.
- [7] Kutlača, Đ. & Radošević, S. (2011). Innovation Capacity in the South East Europe Region', Handbook of Doing Business in South East Europe, Palgrave Macmillan.
- [8] Miles, I D., Cunningham, P N., Cox, D. & Malik, K. (2006). Smart Innovation: A practical guide to evaluating innovation programmes, European Commission.
- [9] Molas-Gallart, J. & Davies, A. (2006). Toward theory-led evaluation: the experience of European science, technology and innovation policies, American Journal of Evaluation, 27 (1), 64-82.
- [10] Technopolis group & Mioir (2012): Evaluation of Innovation Activities. Guidance on methods and practices. Study funded by the European Commission, Directorate for Regional Policy.
- [11] UNICEF (1991). A UNICEF Guide for Monitoring and Evaluation: Making a Difference? Evaluation Office, New York.
- [12] Zabala Iturriagaitia, J.M. & Jiménez Sáez, F. (2006). Regional science, technology and innovation policy evaluation: approaches and methods, International ProACT Conference.



U KORAK SA EVROPOM 2020 - PRIMENA STRATEGIJE SMART SPECIALISATION

IN LINE WITH EUROPE 2020 - IMPLEMENTATION OF SMART SPECIALISATION STRATEGY

LAZAR ŽIVKOVIĆ, DIJANA ŠTRBAC, ĐURO KUTLAČA, DUŠICA SEMENČENKO, MARIJA MOSUROVIĆ-RUŽIČIĆ

Univerzitet u Beogradu, Institut Mihajlo Pupin, Beograd, lazar.zivkovic@pupin.rs, dijana.strbac@pupin.rs, djuro.kutlaca@pupin.rs, dusica.semencenko@pupin.rs, marija.mosurovic@pupin.rs

Rezime: "Smart Specialisation" je koncept koji je aktivno promovisan za implementaciju strategije "Evropa 2020". U radu su predstavljeni teorijski i metodološki elementi ovog koncepta, procena mogućnosti primene, uloge klastera u implementaciji strategije kao i primene osnovnih principa ovog koncepta u regionima Bavarija, Saksonija i Gornja Austrija.

Ključne reči: Smart Specialisation, Inovacije, Evropa 2020.

Abstract: Smart Specialisation is a relatively new concept that has been actively promoted as an approach for the implementation of the Europe 2020 strategy. This paper presents a theoretical and methodological concepts of the Smart Specialisation, evaluation of applications, the role of clusters in the strategy implementation, and application of the basic principles of the strategies of the regions of Bavaria, Saxony and Upper Austria.

Keywords: Smart Specialisation, Innovation, Europe 2020.

1. UVOD

Glavni izazov sa kojim se suočava Evropa u 21. veku je kako da u uslovima ekonomske krize odgovori zahtevima održivog rasta. "Evropa 2020" predstavlja osnovnu strategiju, kreiranu od strane Evropske komisije, za implementaciju održive ekonomske politike. U okviru strategije "Evropa 2020" kreirana je vodeća inicijativa „Unija inovacija“ koja predstavlja sveobuhvatnu inovacionu strategiju povećanja kapaciteta Evrope u primeni pametnog, održivog i zajedničkog rasta, uključujući koordinaciju nacionalne i evropske politike. Koncept "Smart Specialisation" predstavlja osnovni način postizanja navedenih ciljeva (http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm). Ovaj koncept predstavlja proces objedinjavanja naučnog, preduzetničkog i vladinog sektora u cilju utvrđivanja oblasti nauke i tehnologije u kojima određeni region može imati koristi od specijalizacije. Termin "Smart Specialisation" prvi put je upotrebljen u izveštaju Evropske komisije 2008. godine u kome se navodi da je ključni problem većine regiona u Evropi kako da usmere raspoloživa znanja. Važno je naglasiti da je "Smart Specialisation" preduzetnički proces koji uključuje učešće lokalnih preduzetnika, regionalnih univerziteta i drugih institucija u cilju otkrivanja oblasti istraživanja i inovacija u regionu koji imaju najveći potencijal za razvoj (European Commission, 2008). Mnogi autori smatraju koncept "Smart Specialisation" kao ključno rešenje za izbegavanje nenamenskog trošenja EU istraživačkih fondova i za fokusiranje istraživanja, inovacija, ljudskih i finansijskih resursa na inovativne sektore koji imaju visoki društveno-ekonomski značaj i visok stepen atraktivnosti za investitore.

Koncept Smart Specializacije se zasniva na pet ključnih principa (EU, 2012):

- Fokusiranje političke podrške i investicija na ključne nacionalne i regionalne prioritete, izazove i razvoj zasnovan na znanju;
- Zasnovan je na nacionalnim/regionalnim snagama, konkurentskoj prednosti i potencijalu uspeha;
- Podržava kako tehnološke tako i praktične inovacije sa ciljem stimulisanja ulaganja privatnog sektora;
- Podrazumeva potpunu uključenost svih učesnika i ohrabrivanje inovacija;
- Podrazumeva monitoring i evaluaciju sistema.

Bitno da se shvate ključni elementi procesa "Smart Specialisation", kao i uloga svih učesnika u kreiranju "Smart Specialisation" strategije kako na nacionalnom tako i na regionalnom nivou. Uloga učesnika je

najbitniji faktor uspeha identifikacije prioriteta oblasti koje imaju najveći potencijal rasta i kreiranja novih radnih mesta u regionu. Potrebno je shvatiti da ovaj koncept nije interno orijentisan već je orijentisan ka strateškoj i prekograničnoj saradnji u cilju postizanja najboljih rezultata.

2. KLJUČNI KORACI PRIMENE STRATEGIJE SMART SPECIALISATION

Prema (EU, 2012), postoje 6 koraka primene strategije "*Smart specialisation*":

- Analiza regionalnog konteksta i potencijala za inovacije,
- Formiranje zajedničke upravljačke strukture,
- Izrada zajedničke vizije o budućnosti regiona,
- Izbor ograničenog broja prioriteta za regionalni razvoj,
- Uspostavljanje odgovarajućih politika i akcionih planova,
- Integracija mehanizma praćenja i evaluacije.

Navedeni koraci mogu da se realizuju po redosledu, međutim potrebno je imati u vidu da postoje preklapanja i samim tim potrebna je velika doza fleksibilnosti, naročito ukoliko jedan korak da rezultate koji mogu da menjaju osnovni kontekst tokom procesa. Analiza potencijala regiona predstavlja prvi korak ovog procesa i zahteva uključivanje svih sektora. U ovom koraku potrebno je izvršiti mapiranje naučne i tehnološke infrastrukture, utvrditi poziciju regiona u odnosu na regione u okruženju i regione na globalnom nivou i analizirati dinamiku preduzetničkog okruženja. SWOT analize, ciljana istraživanja, kao i procene ekspertskih timova su adekvatni alati za mapiranje tehnoloških potencijala u okviru granica zemlje, međutim da bi primena strategije "*Smart Specialisation*" bila uspešna potrebno je utvrditi relativni položaj regiona u odnosu na evropske regione. U ovom slučaju potrebno je izvršiti komparativnu analizu, benčmarking ili formiranje međuregionalnih radnih grupa. S obzirom da "*Smart Specialisation*" definiše preduzetnički sektor kao ključni sektor u realizaciji strategije, bitno je da preduzetnici budu uključeni u direktnu diskusiju zajedno sa vladinim sektorom i naučnim sektorom. Cilj je da se izgradi sistematsko razumevanje oblasti privrede i društva koje imaju najveći potencijal za razvoj regiona.

U procesu planiranja strategije "*Smart Specialisation*" postoji mnogo učesnika koji imaju različite ciljeve, tako da je veoma teško napraviti kompromis i upravljati potencijalnim sukobima. Da bi se rešio ovaj potencijalni problem, upravljačka struktura treba da formira timove ili organizacije sa interdisciplinarnim znanjem i iskustvom prilikom interakcije sa različitim akterima, koji mogu da pomognu u realizaciji i rešavanju potencijalnih problema. Vladin sektor mora da formira menadžment tim koji bi koordinisao radom ekspertnih i radnih grupa.

Vizija regionalnog razvoja, koja treba da bude kreirana od strane svih stejkholdera, je ključna za zadržavanje svih stejkholdera u procesu implementacije strategije. Ovo je zahtevan zadatak i podrazumeva da je "*Smart Specialisation*" pre svega dugoročan proces koji zahteva komunikaciju između svih zainteresovanih strana.

Uspostavljanje prioriteta predstavlja ključni proces strategije "*Smart Specialisation*" i od velikog je značaja da se vladajući sektor fokusira na ograničen broj inovacionih i istraživačkih prioriteta u skladu sa rezultatima analiza koje su izvršene u procesu preduzetničkog otkrivanja. To bi trebalo da budu oblasti u kojima region ima najveće šanse za budući razvoj zasnovan na postojećim potencijalima.

Strategija mora da ima detaljan akcioni plan koji omogućava eksperimentisanje kroz pilot projekte. Glavni cilj je da se osmisli politika koja će podsticati maksimalnu povezanost unutar ciljnih regiona, kao i između regiona. Da bi se to uradilo potrebno je prevesti logiku "*Pametne Specijalizacije*" sa sektorskog pristupa inovacionog sistema na regionalni sistem inovacija. Osim toga neophodno je misliti o nacionalnom inovacionom sistemu koji se sastoji ne samo od niza različitih regionalnih inovacionih sistema, već obuhvata i međuregionalni inovacioni sistem. Ovaj međuregionalni element naglašava pitanje kako se vrši transfer znanja između regiona i način na koji takvi tokovi mogu najbolje da se neguju da bi regioni bili bolje povezani (McCann, Ortega-Argiles, 2011).

Naravno, postoje ograničenja na putu ka primeni strategije "*Pametne Specijalizacije*" za regione koji žele da primene ovu strategiju i postanu motor ekonomskog rasta. Ovi regioni moraju da (Foray, David, Hall, 2009):

- definišu bazu znanja,
- ulažu u proizvodnju ljudskog kapitala,
- razvijaju istraživačke i inovacione kapacitete i usmeravaju ih ka primeni u odabranim oblastima,
- usklađuju mreže saradnje i znanja sa drugim regionima,
- i na kraju, možda i najbitnije, da osiguraju da pozitivni rezultati primene strategije imaju najveći efekat upravo u toj regiji.

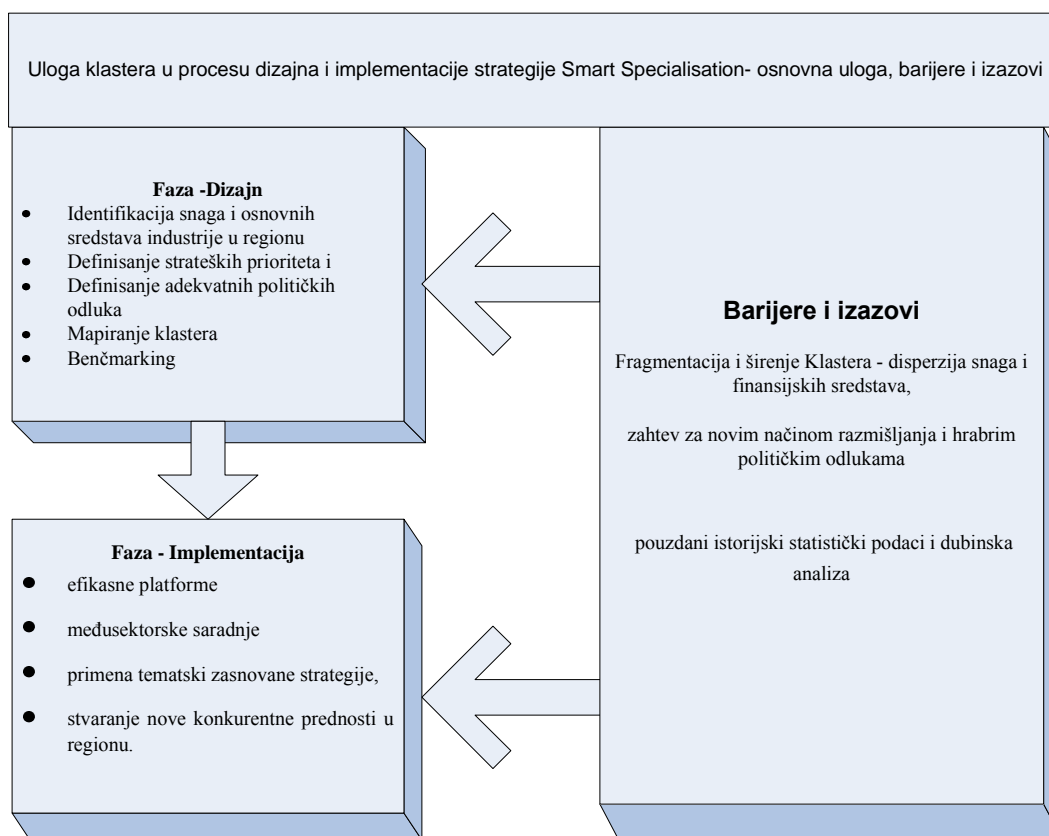
Uspostavljanje sistema evaluacije, iako poslednji korak, treba da bude uključen u strategiju od samog početka. U svakom koraku je bitno da se utvrdi stanje u kom se nalazi određena aktivnost. Da bi sistem evaluacije funkcionisao, potrebno je da ciljevi budu jasno definisani i merljivi. Strategija mora biti fleksibilna na ekonomske promene i spremna da menja ciljeve u skladu sa promenama ekonomskih uslova.

3. ULOGA KLASTERA U PROCESU IMPLEMENTACIJE STRATEGIJE SMART SPECIALISATION

Klasteri predstavljaju geografsku koncentraciju međusobno povezanih preduzeća, specijalizovanih dobavljača, pružaoca usluga, firmi u srodnim sektorima i srodnim institucijama (npr. univerziteti, istraživačko-razvojne institucije, strukovne asocijacije itd.) u oblastima koje se nadmeću, ali i saraduju (Porter, 1998).

Osnovni cilj klastera je da promoviše i maksimizira dinamiku zajedničkog rada grupe i da poveća sinergiju i efekte konkurentnosti članova klastera. Teorija klastera je usko povezana sa teorijom Smart Specialisation pošto dele mnogo osnovnih konceptualnih aspekata.

Klasteri imaju visok potencijal u procesu primene strategije "Smart Specialisation" omogućavajući mobilizaciju neophodnih resursa za njenu primenu. Imaju značajnu ulogu u fazi dizajna i u fazi implementacije strategije "Smart Specialisation". Na slici 1. je prikazana uloga klastera u ove dve faze, kao i barijere i izazovi sa kojima se suočavaju donosioci odluke.



Slika 1: Klasteri i strategija Smart Specialisation

U fazi dizajna, klasteri se mogu iskoristiti za identifikaciju snaga industrije u regionu, zatim kao doprinos ka definisanju strateških prioriteta i adekvatnih političkih odluka, mapiranje klastera i benčmarking kao osnovni alati identifikovanja regionalnih prioriteta i poređenja ekonomskih aktivnosti.

U fazi implementacije, klasteri mogu da se koriste kao efikasne platforme čiji bi osnovni doprinos bio donošenje ciljeva pametne specijalizacije. Konkretno, negovanjem međusektorske saradnje, klasteri mogu doprineti primeni tematski zasnovane strategije rešavanju izazova novog društva, i stvaranju nove konkurentne prednosti u regionu (EU, 2012).

Fragmentacija i širenje *Klastera* često dovodi do disperzija snaga i finansijskih sredstava, kao i do slabije saradnje i sinergije između njih. Podrška za kreiranje unakrsnih veza često između postojećih klastera zahteva novi način razmišljanja i hrabre političke odluke koje mogu biti nimalo lak zadatak u nekim

regionima. Identifikacija regionalnih snaga nije trivijalan zadatak i zahteva pouzdane istorijske statističke podatke i dubinsku analizu (Charles, Gross, Bachtler, 2012).

4. GLAVNI ASPEKTI PRIMENE STRATEGIJE "SMART SPECIALISATION" U OBLASTIMA GORNJA AUSTRIA, SAKSONIJA I BAVARIJA

Primena osnovnih principa strategije "Smart Specialisation" ilustruje se na primerima implementacije ovog koncepta u regionima Bavarija i Saksonija (Nemačka) i Gornja Austrija (Austrija). Primena principa "Smart Specialisation" je prikazana u odnosu na inovacionu i tehnološku regionalnu politiku, interne i eksterne međusektorske povezanosti, politički kontekst, uključenost učesnika kao i trenutne i potencijalne veze inovacione regionalne politike i strategije "Smart Specialisation".

Direktna podrška tehnologijama je postala deo politike oblasti Bavarija početkom 50-tih godina, da bi danas regionalna inovaciona politika predstavljala ključni element podsticanja razvoja regionalne ekonomije i kamen temeljac društvenog razvoja. Prioriteti istraživačko-razvojne politike su se menjali, pa tako 50-tih godina prioritet je bila saobraćajna infrastruktura; 60-tih prioritet je bila održiva energija; 70-tih razvoj istraživačke infrastrukture i promocija *high-tech* industrije; 80-tih godina, fokus je bio na mikroelektronici. Tokom 90-tih istraživačko-razvojna politika je bila usmerena ka institucionalizovanoj *high-tech* promociji, uključujući strukturne promene i podstičući preduzetničke aktivnosti. 2000-tih su pokrenuti projekti podrške *start-up* kompanijama i regionalnim klasterima. Iako je fokus politike oblasti Bavarija veoma širok, oblast primenjuje osnovne principe "Smart Specialisation" već 15 godina. Promene politike su bile uslovljene globalnom konkurencijom, kao i promenama u nacionalnoj politici. Specijalizacija i sektorske politike su dopunjeni drugim oblicima podrške bez fokusa na određenu industrijsku granu ili tehnologiju (npr. inovacioni vaučeri). Pored toga, iako je industrijski i tehnološki orijentisana, klaster politika ima za cilj integraciju potencijala u oblasti javnih istraživanja, visokog obrazovanja i industrije otkrivajući sinergiju. Međutim, uprkos svim ovim pokušajima, regionalna privreda mora da reaguje na promene u strategiji razvoja na nacionalnom nivou i strategija "Smart Specialisation" ili skraćeno S^3 može malo da doprinese prevazilaženju takvih razmoilaženja (Baier, Kroll, Zenker, 2013).

Zaključak bi bio da se primenom S^3 promoviše poboljšanje regionalnih razvojnih strategija na određeni način, jer pomaže razumevanje regionalnih snaga i slabosti u globalnoj konkurenciji ali ima malo da ponudi protiv političkih trzavica izazvanih na nacionalnom nivou.

Za razliku od oblasti Bavarija, u oblasti Saksonija ne postoji nezavisna inovaciona agencija zadužena za tehnološki razvoj već se inovaciona politika oblikuje od strane dva ministarstva na nacionalnom nivou.

U poslednje dve decenije, regionalna inovaciona politika ove regije je bila više neplanska s obzirom da nije postojao konkretan dokument koji bi opisivao strateški plan u određenom periodu. U odnosu na prethodne godine, kada nisu postojali planovi za tehnološki i inovacioni razvoj, poslednjih godina se smatra da to nije dobra praksa. Regionalni parlament je pozvao komisiju za tehnološki razvoj sa ciljem da se razvije strateški pristup upravljanju naučno tehnološkim razvojem oblasti Saksonija. Nakon toga, državna vlada je inicirala izradu eksplicitne regionalne inovacione strategije. Ova strategija je u mnogom tačkama u skladu sa osnovnim načelima i smernicama "Smart Specialisation" strategije:

- Identifikacija snaga i slabosti, šansi i pretnji regiona,
- Razvoj konkretnih predloga za jačanje snaga,
- Poboljšanje koordinacije između vladinog sektora i potreba učesnika,
- Optimizacija upotrebe resursa.

Pored toga, vlada oblasti Saksonija planira da primeni još jedan aspekt strategije pametne specijalizacije, relevantnost "Key enabling technologies". Iako Saksonija ne mora da se fokusira na namenske tehnologije zbog nedostatka industrijske osnove, neke od "ključnih tehnoloških mogućnosti" koje su identifikovane od strane Komisije su u skladu sa postojećom specijalizacijom saksonske ekonomije i mogu na taj način da ponude značajan potencijal: Mikroelektronika, Nanotehnologija, Biotehnologija. Osim toga, Vlada ima za cilj da uspostavi kontinuirani, strukturni dijalog zasnovan na "forumima inovacija" sa ciljem analiziranja potreba i zahteva lokalnih učesnika i utvrde učešće u procesu razvoja strategije. Konkretno, oni imaju za cilj otkrivanje podataka iz prakse o tome kako da se prilagodi postojeće mere potrebama zainteresovanih strana i kako da se zatvori jaz u trenutnom portfoliju podrške. U ovu svrhu, organizovan je i Saksonski inovacioni samit koji se održava jednom godišnje i koji okuplja mlade preduzetnike, eksperte i posrednike kako bi se održala veza između vladinog i preduzetničkog sektora (Baier, Kroll, Zenker, 2013).

Ukratko, više je nego očigledno da "Smart Specialisation" pristup nije doneo novi način razmišljanja o inovacionoj politici u oblasti Saksonija. Naprotiv, saksonski kreatori politike bili su među prvima koji su eksplicitno formulisali odgovarajući pristup ranih 1990-ih. Važno je istaći da bi bilo pogrešno shvatiti

primenu principa "*Smart Specialisation*" kao obavezu proisteklu iz evropskih propisa. Umesto toga, potrebno je proprometiti se za predstojeće promene na osnovu sopstvenih regionalnih kapaciteta i iskustava.

Gornja Austrija je najrazvijenija oblast u Austriji u oblasti proizvodnje, tehnologije i izvoza. Najvažniji sektori su automobilska i mašinska industrija, izgradnja industrijskih postrojenja, mašinogradnja i proizvodnja metala. Ulaganja u istraživanje i razvoj su dostigla u 2009. godini 2,45% GDP-a, a interesantan podatak je da je izdvajanje privatnog sektora za istraživanje i razvoj 2,18% GDP-a (prema podacima EUROSTAT-a). Fokus oblasti je na primenjenim istraživanjima dok je učešće osnovnih istraživanja ispod nacionalnog nivoa. Oblast Gornja Austrija ima sopstvenu Vladu koja ima nadležnost za sprovođenje inovacione i tehnološke politike. Program "Inovativna Gornja Austrija 2010plus" je važeća strategija razvoja pokrajine i pokriva period od 2010 do 2013. Odnosi se na 14 strategija, 137 mera i 120 projekata. Pet tematskih polja se smatraju primarnim: istraživanje i razvoj, obrazovanje i karijera, mreže, ekonomska i tehnološka pozicija oblasti Gornja Austrija i EU umrežavanje. Strategija podrazumeva stabilizaciju klastera, njihovu internacionalizaciju i razvoj infrastrukture. Fokusirana je na ljudske resurse, kvalifikacije i stručno osposobljavanje.

Početakom 21. veka inovacije i tehnologije doprinele su tehnno-ekonomskom uspehu oblasti Gornja Austrija. Regionalnu privredu karakterišu prednosti u tehnologiji i inovacijama, kao i izvozne aktivnosti. Ove karakteristike su podržane od strane regionalne politike, naročito je doprineo fokus Vlade na tehnologije i mrežnu orijentaciju i orijentacija ka budućnosti. Proces izgradnje strategije može se opisati kao participativni i sistematski.

Strategija istraživanja i razvoja koju sprovodi regionalna Vlada oblasti Gornja Austrija u poslednjih 15 godina može se klasifikovati kao proces koji je u skladu sa osnovnim principima strategije "*Smart Specialisation*". Povezivanjem industrije i istraživačko-razvojnih institucija u klasteru nastale su mrežne strukture sa izuzetnom podrškom regionalnoj inovacionoj politici. Program "Inovativna Gornja Austrija 2010plus" definiše sledeće prioritete: (1) Baza znanja i inovacija (odnosi se na istraživanje, tehnologiju i infrastrukturu, centre kompetencija i primenjena istraživanja, inovaciono orijentisane investicije u okviru kompanija, klastera i mreže, istraživanje i razvoj u privatnom sektoru, kao i osnivanje firmi i razvoj), (2) atraktivni regioni. Ovaj prioritet se odnosi na održivi razvoj; inovativne i projekte koji promovisu kulturu i razvoja grada Linca. Prioritet (3) se odnosi na tehničku pomoć. (Baier, Kroll, & Zenker, 2013). Dakle, regionalna vlada stimuliše inovacije u oblasti usluga i proizvodnje u cilju održavanja regionalne konkurentnosti i bogatstva. Ova ambicija se gradi na postojećim regionalnim snagama i teži definisanju načina za dalji razvoj cele regionalne privrede.

Jasno je da Bavarija, Saksonija i Gornja Austrija primenjuju osnovne principe strategije *Smart Specialisation* duži niz godina. Dakle, fokusiranje regionalne politike na prioritetne oblasti nije nov pristup i on je primenjivan u okviru nacionalnih i regionalnih naučno-tehnoloških strategija najrazvijenijih zemalja Evropske Unije. Pristup "Preduzetničko otkrivanje" je u velikoj meri prisutan iako nije bio definisan na formalan način.

5. ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir raznolikost regionalnih razvojnih i institucionalnih potreba zemalja Evropske unije, stavovi u vezi strategije "*Smart Specialisation*" se značajno razilaze. Oni se kreću od krajnje pozitivnih (u regionima gde je trenutna inovaciona politika u skladu sa novim konceptom) do skepticizma u slučajevima gde "*Smart Specialisation*" unosi zabrinutost i neizvesnost. Generalno mišljenje je da je veoma bitno zadržati fleksibilnost u primeni strategije, kao i vršiti jačanje potencijala rasta različitih sektora i individualnih inicijativa kao što su klasteri. Implementacija strategije "*Smart Specialisation*" nije garancija dugoročnog regionalnog ekonomskog uspeha. Kao što studije slučaja pokazuju, evaluacija regionalnih strategija je neophodna u cilju održavanja regionalnog inovacionog sistema na uspešnom nivou. Koncept "*Smart Specialisation*" ne treba shvatiti kao alat za promenu strukture inovacione politike regiona već kao način za jačanje i podršku regionalnoj inovacionoj politici zasnovanu na postojećim inovacionim kapacitetima. Ključno pitanje je na kojoj bazi znanja neki poseban region ili država treba da definiše svoju strategiju razvoja. Potrebno je shvatiti da odgovor na ovo pitanje ne bi trebalo da dovede do birokratskih procesa već sistematskog pristupa planiranju u kome bi preduzetnički sektor imao centralnu ulogu.

Zahvalnost

U radu su saopšteni rezultati istraživanja na projektu: „Istraživanje i razvoj platforme za naučnu podršku u odlučivanju i upravljanju naučnim i tehnološkim razvojem u Srbiji“, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u periodu 2011-2014, evb. III 47005.

LITERATURA

- [1] Baier, E., Kroll, H. & Zenker, A. (2013). Templates of smart specialisation: Experiences of place-based regional development strategies in Germany and Austria, Working Papers Firms and Region, No. R5/2013.
- [2] Charles, D., Gross, F. & Bachtler, J. (2012). Smart specialisation and cohesion policy - a strategy for all regions?, 32th IQ-Net Conference, Tampere, Finland.
- [3] EU, 2012, Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation (RIS 3).
- [4] European Commission (2008). Knowledge for Growth in European Issues and Policy Challenges.
- [5] Eurostat Database (2011). http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- [6] Foray, D., David, P.A. & Hall, B. (2009), Smart Specialisation - The Concept, Knowledge Economists Policy Brief no. 9.
- [7] http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm
- [8] McCann, P. & Ortega-Argiles, R. (2011). „Smart Specialisation“ regional growth and applications to EU cohesion policy, Economic geography working paper 2011, Faculty of spatial sciences, University of Groningem, [http://ipts.jrc.ec.europa.eu/docs/s3_mccann_ortega.pdf]
- [9] Porter, M.E. (1998). “On Competition”. Harvard Business School Press.



IMPLEMENTATION OF OPEN ACCESS SOFTWARE MATCHING PROCEDURES IN ESTIMATING THE CAUSAL EFFECTS FOR EMPLOYMENT PROGRAM

LAURA JUŽNIK ROTAR

Higher School of Business and Management, Na Loko 2, 8000 Novo mesto, Slovenia, laura_juznik@yahoo.com

Abstract: *The availability of open access software matching procedures nowadays makes it possible to estimate the causal effects for the employment programs. The usual critique on the effectiveness of the employment programs is that such programs are not effective and are not meeting the goals (the most evident goal is exits into employment and termination of unemployment benefits). What is more, the culture of program evaluation is on very low level and the need is to develop independent evaluation. In this paper we implement open access software matching procedures to estimate the causal effects for public work program. The results show that the probability of being employed one year after the program start is low, whereas in the long run the probability falls and is no longer statistically significant.*

Keywords: *Open Access Matching Software, Microeconometrics, Causal Effects, Employment Program.*

1. INTRODUCTION

When estimating causal effects for employment programs the availability of software to produce estimates is very important, since in previous years software limitations made it difficult to implement many of the more advanced matching methods. Nowadays, this area is constantly updating, providing more and more chances to implement up to date matching methods. Open access software matching procedures are numerous and work in different statistical packages, for example R, Stata, SPSS, SAS. In this paper we focus on matching software for Stata provided by Becker and Ichino (2002). This matching software enables to estimate propensity score and to test the balancing hypothesis and provides various matching estimators of the average treatment effect for the treated based on the propensity score.

What does matching actually refer to? Very broadly, we can define matching to be any method that aims to equate (or balance) the distribution of covariates in the treated and control group (Stuart, 2010). Treated group refers to cases that received some kind of the treatment (for example participated in employment program), whereas control group refers to those who did not receive the treatment (for example cases that did not participate in employment program).

Since data usually do not come from randomized experiments, but rather from observational studies, we cannot guarantee that the treated and control group will randomly differ from one another only on all background covariates (observed and unobserved). We cannot guarantee that the treated and control group are matched in such a way that they would differ only in the treatment received and in such a case estimated causal effect may be biased by the existence of confounding factors. Propensity score matching is a way to correct the estimation of causal effects. It is based on the idea that the bias is reduced (not eliminated) when the comparison of outcomes is implemented when treated and control group are as similar as possible.

2. THE EVALUATION PROBLEM AND THE RUBIN CAUSAL MODEL

The main hindrance to modeling the causality arises from the basic problem of the causal inference, saying that for an individual we cannot simultaneously observe (1) the outcome when the individual receives the treatment and (2) the outcome when the individual does not receive the treatment. Due to that, we cannot observe the outcome for such an individual at the same time in the event of the treatment and in the event of the absence of treatment. Basically, each causal inference includes a comparison of the actual outcome with the counterfactual outcome. We cannot say anything about the causal effect if we do not have the record on the counterfactual status. The problem of the treatment effect assessment may actually be defined as a problem of missing data (Amemiya 1985; Baltagi 1995; Briggs 2004; Dehejia & Wahba 1999, 2002; Hujer & Caliendo 2000, 2006; Ichino 2006).

Table 1: The evaluation problem

Group	Y^1	Y^0
Treatment (D=1)	observable	(counterfactual)
Control (D=0)	(counterfactual)	observable

We observe the outcomes of individuals participating in the employment program and the outcomes of those not participating in the employment program. To know the »true« effect of the employment program on a particular individual, we must compare the observed outcome with the outcome that would have resulted had that individual not participated in an employment program. However, only one outcome is actually observed. What would have resulted had the individual not been treated -the counterfactual- cannot be observed (Ackum 1991; Ashenfelter 1978; Barron et al. 1997; Fraker & Maynard 1987; Heckman 1990, 1998; Heckman et al. 1997; Lee 2005; Verbeek 2004; Wooldridge 2002). And this is precisely what gives rise to the evaluation problem (see table 1). Information on non-participants can be used to derive the counterfactual for participants.

A convenient framework for defining causal quantities and deriving corresponding estimators as well as the assumptions required offers the Rubin causal model (Rosenbaum and Rubin, 1983, 1984). Rubin causal model also emphasizes the counterfactual situations of the units in the treated and control condition: (1) “What would the outcome of the treated units have been had they not been treated?” and (2) “What would the outcome of the untreated have been had they been treated?” We can present formal framework as it follows: each unit i has two potential outcomes: (1) the potential control outcome Y_i^0 under the control condition ($D_i=0$) and (2) the potential treatment outcome Y_i^1 under treatment condition ($D_i=1$). Y_i^1 and Y_i^0 are called potential outcomes because these are the unknown but fixed outcomes before unit i gets assigned or selects into the treatment or control condition. After treatment, only one of the two potential outcomes is revealed: the potential treatment outcome for the treated and the potential control outcome for the untreated. The respective other potential outcomes remain hidden. Usually two causal quantities are of main interest:

1. the average treatment effect for the overall target population or sample (ATE) (see Steiner & Cook 2013):

$$ATE = E(Y^1 - Y^0) = E(Y^1) - E(Y^0) \quad (1)$$

2. the average treatment effect for the treated (ATT) (see for example Steiner and Cook, 2013):

$$ATT = E(Y^1 - Y^0 | D = 1) = E(Y^1 | D = 1) - E(Y^0 | D = 1) \quad (2)$$

The choice of the causal quantity of interest depends on the research question, whether the interest is in estimating the treatment effect for the overall target population or the treatment effect for the treated units only. If we were able to observe both potential outcomes (Y^1, Y^0) we could determine the causal effect for each unit and simply estimate ATE and ATT by averaging the difference in potential treatment and control outcomes. However, in practice we never observe both potential outcomes simultaneously and are therefore faced with the fundamental problem of causal inference. The outcome we actually observe depends on the treatment status, at the group level we can only observe the expected treatment outcome for the treated and the expected control outcome for the untreated. These conditional expectations differ in general from the overall averages due to the differential selection of units into the treatment and control condition. The estimator will be unbiased only if we could guarantee an ignorable selection or assignment mechanism. One way to establish this is through randomization which ensures that potential outcomes are independent of treatment assignment. But in practice, randomized experiments are frequently not possible due to practical, ethical or other reasons. In such cases, researchers have to rely on observational studies. When estimating causal effects using observational data, treatment assignment typically takes place by self, administrator or third person selection rather than randomization (more on selection process and assignment into treatment – employment program – will be presented in the chapter 5). Such style of selection process very likely results in the treatment and control group that differ not only in the number of baseline covariates, but also in potential outcomes which cannot be considered as independent of treatment selection (Steiner and Cook, 2013). In this case we need a carefully selected set of observed covariates \mathbf{X} such that potential outcomes are independent of treatment selection conditional on \mathbf{X} (Steiner and Cook, 2013):

$$(Y^0, Y^1) \perp D | \mathbf{X} \quad (3)$$

If we observe such a set of covariates and if treatment probabilities are strictly between 0 and 1, the selection mechanism is said to be strongly ignorable. The strong ignorability assumption is frequently called *conditional independence assumption (CIA)*. From a practical point of view, this means that we have to observe all covariates \mathbf{X} that are simultaneously associated with both treatment status D and potential outcomes (Y^0, Y^1). If this is the case, treatment selection is said to be ignorable and statistical methods that appropriately control for these confounding covariates are potentially able to remove all the bias (see for example Cameron and Trivedi, 2005; Larsson, 2003).

3. PROPENSITY SCORE MATCHING

Matching methods try to match treatment and control units on observed baseline characteristics \mathbf{X} in order to create comparable groups just as randomization would have done. If treatment selection is ignorable and if

treatment and control groups are perfectly matched on \mathbf{X} , then potential outcomes are independent of treatment selection. Creating a matched dataset involves the following main decisions:

- The choice of a distance metric on observed baseline covariates that quantify the dissimilarity between each treatment and control unit;
- The decision on a specific matching strategy that is, the number of matches for each unit, the width of the caliper for preventing poor matches, and whether to match with or without replacement;
- The choice of an algorithm that actually performs the matching and creates the matched dataset.

All in all, matching results in a complete dataset of actually observed and imputed potential outcomes and thus allows the estimation of average treatment effects. In practice, matching reaches its limits when treatment and control units are matched on a large set of covariates. With an increasing number of covariates, finding matches that are identical or at least very similar on all observed baseline characteristics becomes inherently impossible due to sparseness of finite samples. Therefore, it would be advantageous to have a single composite score – propensity score. Propensity score techniques try to solve the sparseness problem by creating a single composite score from all observed baseline covariates \mathbf{X} . Units are then matched on the basis of that one-dimensional score alone. The propensity score is defined as the conditional probability of treatment exposure given the observed covariates \mathbf{X} :

$$p(\mathbf{X}) = \Pr(D = 1|\mathbf{X}) \quad (4)$$

A unit's propensity score indicates its probability of receiving treatment given the set of observed covariates. Propensity score matching is probably the most frequently applied class of propensity score techniques.

As it was already mentioned, propensity score matching presents a way to correct the estimation of causal effects. It is based on the idea that the bias is reduced (not eliminated) when the comparison of outcomes is implemented when treated and control group are as similar as possible. This approach has an intuitive appeal, but rests on a very strong assumption: that any selection of unobserved variables is trivial in the sense that the latter do not affect outcomes in the absence of treatment (Vandenberghe & Robin, 2004). This identifying assumption for matching is known as the Conditional Independence Assumption (CIA). Under the CIA, estimators relying on matching techniques can yield unbiased estimates of ATT. They allow the counterfactual outcome for the treatment group to be inferred and therefore for any differences between the treated and non-treated to be attributed to the treatment (Becker and Ichino, 2002; Cameron & Trivedi, 2005; Dehejia & Wahba, 2002).

4. SHORT OVERVIEW OF MATCHING SOFTWARE

Since the aim of this paper is to implement open access software matching procedures in estimating the causal effects for employment program, we therefore give in this chapter a short overview of matching software for Stata provided by Becker and Ichino (2002). When trying to estimate the causal effects, one is inevitably faced with multidimensionality problem. Propensity score techniques are based on creating a single composite score from all observed baseline covariates \mathbf{X} . Units are then matched on the basis of that one-dimensional score alone. The propensity score is defined as the conditional probability of treatment exposure given the observed covariates \mathbf{X} (Becker & Ichino, 2002). A unit's propensity score indicates its probability of receiving treatment given the set of observed covariates. If we want to estimate the average treatment effect for the treated, the balancing hypothesis has to be satisfied. That means that for a given propensity score exposure to treatment is random and therefore treated and control units should be on average observationally identical (Becker & Ichino, 2002). The program *pscore.ado* estimates the propensity score and tests the balancing hypothesis according to the proposed algorithm by Becker and Ichino (2002):

1. »Fit the probit (or logit) model
2. Split the sample into k equally spaced intervals of the propensity score, where k is determined by the user and the default is 5
3. Within each interval, test the average propensity score of treated and control units does not differ
4. If the test fails in one interval, split the interval in half and test again
5. Continue until in all intervals the average propensity score of treated and control units does not differ
6. Within each interval, test that the means of each characteristics do not differ between treated and control units –this is a necessary condition for the balancing hypothesis
7. If the means of one or more characteristics differ, inform the user that the balancing property is not satisfied and that a less parsimonious starting specification that includes all the covariates as linear terms without interactions of higher order terms is needed.«

Steps 2-7 of the algorithm can be restricted to the common support. This restriction implies that the treatment and control group need to overlap, share a region of common support on the propensity score. Group membership is not perfectly predictable from observed covariates. Otherwise, the treatment and

control group cannot be considered as comparable and causal effects cannot be estimated without relying on extreme extrapolations (Steiner and Cook, 2013).

Since the probability of observing two units with exactly the same value of the propensity score is in principle zero (propensity score is a continuous variable), Becker and Ichino (2002) proposed different matching strategies that can be implemented. Such strategies are nearest neighbour matching, radius matching, kernel matching and stratification matching.

5. VARIABLES THAT POTENTIALLY INFLUENCE THE PROCESS OF SELECTION INTO THE EMPLOYMENT PROGRAM

Variables that might influence the decision to participate in the employment program as well as future potential outcomes should be included in the conditioning set X , and therefore in the propensity score to avoid biased estimates of the causal effects. The key to addressing the sample selection (endogeneity) problem is to obtain an understanding of how different individuals end up in different programs. We discuss the main determinants of selection and then explain which observable variables are used to capture them. We focus on the determinants that can be divided into two groups: those required by legislation, and those that may be underlying the decisions of the employment consultant and the unemployed (see, for example, Juznik, 2012).

Inclusion into the employment program is based on the fact that the unemployed person has to be entered in the unemployment register kept by the Employment Service of Slovenia. Being entered in the unemployment register is, in accordance with legislation, a formal precondition for enforcement of rights from insurance in the case of unemployment, inclusion into occupational consultancy and into active employment programs. Given that eligibility rules are met and, that the unemployed person has been registered with the Employment Service, the unemployed person is given the right to enforce unemployment benefit. At least two months after the unemployed person has been registered with the Employment Service the unemployed person, together with the employment consultant, prepares an employment plan. The unemployed person accepts all agreed obligations by signing the employment plan. The employment consultant and unemployed person meet at least every three months in order to discuss the job search efforts of the unemployed person since their last meeting, new job offers available, potential benefits of participating in employment programs, as well as potential adaptations of their strategy for getting the unemployed person back to work.

Usually it is the employment consultant, but it may also be the unemployed person, who proposes participation in the employment program to improve the chances of finding a job. In the case of participation in the employment program, the unemployed person signs a contract in which all formal rights and obligations are determined. In the case of participation in the employment program the unemployment benefit right rests. There is no legal entitlement to the employment program, and the employment consultant has a considerable amount of discretion when making a decision about program participation. However, the employment consultant has to use this discretion in accordance with the aims and objectives of the employment program. The situation and development of the labor market also has to be considered, and the employment consultant has to act based on the principle of economic efficiency. In addition, the employment consultant has to take into account the aptitude of the applicant for specific jobs and his chances of completing a specific program successfully. In particular, the employment consultant's decision has to be guided by the consideration of which of the measures available have the highest chances for success and are the least costly, that is, most efficient for a specific individual.

According to our knowledge of the "average" selection process, the employment consultant's decision about referral of applicants to specific programs may be guided by two objectives: efficiency or equity. Employment consultants pursuing efficiency goals assign those individuals to the programs that are expected to benefit most from them. In contrast, equity goals require employment consultants to select the neediest individuals into the programs, where neediness is defined by some criterion, e.g. a high risk of becoming long-term unemployed. Variables that are used in the empirical analysis to capture such selection are age, sex, education and region. We also included a variable describing unemployment history, that is, duration of unemployment before the program start. We could also capture the unemployed features by other indicators such as last job position (short-term/long-term employment, qualified/unqualified worker), branch of activity.

From the point of view of the unemployed, their decision whether or not to participate in a program is guided by considerations very similar to those of the employment consultant. There are, however, additional reasons for joining or not joining a program: if the unemployed person sees no chance of finding a job anyway, with or without a program, he may prefer not to join a program which reduces his free time. We capture this fact by using their unemployment history as well as regional variables as a proxy. Finally, legislation also provides a rather strong incentive to participate in the employment program as the unemployed person is still entered in the unemployment register, even if he does not find a job after the program ends. In this case, he can still enforce the

right to unemployment benefit. We could control for this fact with the variable enforcement of unemployment benefit at the beginning and at the end of a spell. Having discussed potentially important factors and variables available for the empirical analysis, the question is whether or not some important groups of variables are missing. One such group could be described as motivation, ability, social contacts (see, for example, Lechner 1999). We could capture such attributes by using professional achievements, achievements at their working place, independence at work, confronting with changes. Unfortunately our database does not currently allow for such information. As usual for these variables, we have to rely on their indirect effects.

6. EMPIRICAL APPLICATION

To show the practical point of view of the issues presented, we implement matching software provided by Becker and Ichino (2002) to estimate the causal effects for the employment program (namely public work program).

Public work programs are local or state employment programs, which are intended for stimulation of development of new working places or preservation of current or development of working abilities of unemployed people. Public work programs are organized because of performance of social, educational, cultural, environmental, municipal, agricultural and others program. Employers or other organizations may not organize public work program for those activities, of which goal is production of profit, or when presence of public work program on the market would cause imperfect competition. Public work program and number of people to participate in public work program are determined by Government of the Republic of Slovenia within the frame of program of measures of active employment policy for current budgetary period. Public work program can also be accepted by municipality, if municipality ensures funds for implementation of public work program in whole.

Based on special employment contract, unemployed persons can participate in public work program. Such contract is conducted with performers of public work program. Working relations regulations are being used for the above mentioned contracts. Such regulations sort working hours, pauses and rests, night work, minimal holiday, safety and health at work and special protection of workers. Approximately quarter of time of public work program duration the unemployed persons are to participate in training programs. The aim of public work program is social and working engagement of target groups of unemployed persons with a inclusion in working environment, rise of level of their knowledge, working abilities and motivating of participants for own professional development, stimulation of employers for regular employment of participants as well as activating local communities to solve unemployment problem on their own area.

Activities of public work program are intended for those who are long-term unemployed and who did not manage to change their status so far. In public work program preferentially are included long-term unemployed, recipients of social assistance, older unemployed persons (above 50 years), young unemployed persons (up to 24 years) and seekers of first job. The data used in this empirical study is a random sample of unemployed persons collected from the unemployment register kept by the Employment Service of Slovenia. The unemployment register includes records of all individuals who have been registered with the Employment Service as unemployed persons and actively search for a job. The advantages of this source of data are availability and accuracy of data, and that the data can be showed on the lowest possible level (having regard to protection of personal data). Whereas the disadvantage of such a database is that the data does not allow international comparisons. The target group in our empirical analysis represents young unemployed persons aged from 20 to 29. For each person used in this study we have data on registration dates, data on labor market status: unemployed person not included in the employment program and unemployed person included in the public work program, and individual characteristics. Among the group of non-participants and the group of participants in the public work program there are differences in program characteristics as well as in individual characteristics. Duration of unemployment before the program start is shorter for the group of non-participants compared with the group of participants in the public work program. Secondly, the group of participants in the public work program consists of persons who registered quite early with the Employment Service, and thus also started earlier in the program. The differences are also in gender, age, education and region.

The outcome of interest is defined as the probability of being employed one/two years after the program start and expressed as the differential being equal to participant minus non-participant mean. The estimated causal effects following the procedure provided by Becker and Ichino (2002) are shown in table 2. At 0,05 level of risk the estimated probability of being employed one year after the program start equals approximately 12% and it is statistically significant, whereas the estimated probability of being employed two years after the program start evidently falls, but is no longer statistically significant.

Table 2: Probability of being employed one/two years after the program start

One year after the program start			Two years after the program start		
ATT	st.err.	P	ATT	st.err.	P
0,12	0,07	0,00	0,05	0,08	0,07

7. CONCLUSION

The main aim of this paper was to implement open access software matching procedures in estimating causal effects for the employment program. The availability of software to produce estimates is very important, since in previous years software limitations made it difficult to implement many of the more advanced matching methods. Nowadays, this area is constantly updating, providing more and more chances to implement up to date matching methods. Open access software matching procedures are numerous and work in different statistical packages. In this paper we focus on matching software for Stata provided by Becker and Ichino (2002). The availability of matching software enables the estimation of the effectiveness of the employment programs, since the resources distributed to the employment programs are enormous. On the other hand, nobody really knows exactly, what works and for whom? The availability of matching software enables the production of vast estimates and therefore a support to policy-makers in order to distribute resources more effectively.

REFERENCES

- [1] Ackum, S. (1991). Youth Unemployment, Labour Market Programs and Subsequent Earnings. *Scandinavian Journal of Economics*, 93, (4), pp. 531-543.
- [2] Amemiya, T. (1985). *Advanced Econometrics*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [3] Ashenfelter, O. (1978). Estimating the Effect of Training Programs on Earnings. *Review of Economics and Statistics*, 6, (1), pp. 47-57. <http://dx.doi.org/10.2307/1924332>
- [4] Baltagi, B. (1995). *Econometric Analysis of Panel Data*. New York: Wiley.
- [5] Barron, J., Berger, M., Black, D. (1997). How Well Do We Measure Training? *Journal of Labour Economics*, 15, (3), pp. 507-528. <http://dx.doi.org/10.1086/209870>
- [6] Becker, S. O., Ichino, A. (2002). Estimation of Average Treatment Effects Based on Propensity Scores. *The Stata Journal*, 2, (4), pp. 358-377.
- [7] Briggs, D. C. (2004). "Causal Inference and the Heckman Model." *Journal of Education and Behavioral Statistics*, 29, pp. 397-420. <http://dx.doi.org/10.3102/10769986029004397>
- [8] Caliendo, M., Hujer, R. (2006). The Microeconomic Estimation of Treatment Effects. An Overview. *Allgemeines Statistisches Archiv*, 90, pp. 197-212. <http://dx.doi.org/10.1007/s10182-006-0230-4>
- [9] Cameron, A. C., Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [10] Dehejia, R., Wahba, S. (1999). Causal Effects in non-experimental Studies: Re-evaluating the Evaluation of Training Programs. *Journal of the American Statistical Association*, 94, pp. 1053-1062.
- [11] Dehejia, R., Wahba, S. (2002). Propensity Score Matching Methods for Nonexperimental Causal Studies. *Review of Economics and Statistics*, 84, pp. 151-161.
- [12] Fraker, T., Maynard, R. (1987). The Adequacy of Comparison Group Designs for Evaluations of Employment-related Programs. *Journal of Human Resources*, 22, (2), pp. 194-227.
- [13] Heckman, J. (1990). Varieties of Selection Bias. *American Economic Review*, 80, (2), pp. 313-318.
- [14] Heckman, J. (1998). The Economic Evaluation of Social Programs, in Heckman, J., Leamer, E. (ed.). *Handbook of Econometrics Vol. 5 (1673-1694)*. Amsterdam: Elsevier.
- [15] Heckman, J., Ichimura, H., Todd, P. (1997). Matching as an Econometric Evaluation Estimator: Evidence from Evaluating a Job Training Program. *Review of Economic Studies*, 64, (4), pp. 605-654.
- [16] Hujer, R., Caliendo, M. (2000). Evaluation of Active Labour Market Policy: Methodological Concepts and Empirical Estimates. IZA Discussion Paper no. 236.
- [17] Ichino, A. (2006). *The problem of Causality in Microeconometrics*. Bologna: EUI.
- [18] Juznik, R.L. (2012). How Effective is the Slovenian Institutional Training Program in Improving Youth's Chances of Reemployment? *Eastern European Economics*, 50, (3), pp. 94-106.
- [19] Larsson, L. (2003). Evaluation of Swedish youth Labour Market Programmes. *Journal of Human Resources*, 38, (4), pp. 891-927.
- [20] Lechner, M. (1999). Earnings and Employment Effects of Continuous Off-the-job Training in East Germany After Unification. *Journal of Business and Economic Statistics*, 17, pp. 74-90.
- [21] Lee, M.J. (2005). *Microeconometrics for Policy, Program and Treatment Effects*. Oxford University Press.
- [22] Rosenbaum, P., Rubin, D. (1983). The Central Role of Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, 70, (1), pp. 41-55. <http://dx.doi.org/10.2307/2335942>
- [23] Rosenbaum, P., Rubin, D. (1984). Reducing Bias in Observational Studies Using Subclassification on the Propensity Score. *Journal of the American Statistical Association*, 79, pp. 516-524.
- [24] Steiner, P.M., Cook, D. (2013). Matching and Propensity Score. In Little, T.D. (ed.). *The Oxford Handbook of Quantitative Methods (chapter 13)*. London: OUP.
- [25] Stuart, E.A. (2010). Matching Methods for Causal Inference: A Review and a Look Forward. *Statistical Science*, 25, (4), pp. 1-21. <http://dx.doi.org/10.1214/09-STS313>
- [26] Vandenberghe, V., Robin, S. (2004). Evaluating the Effectiveness of Private Education Across Countries: A Comparison of Methods. *Labour Economics*, 11, 487-506.
- [27] Verbeek, M. (2004). *A Guide to Modern Econometrics*. Chichester: John Wiley & Sons.
- [28] Wooldridge, J.M. (2002). *Econometric Analysis of Cross-Section and Panel Data*. Cambridge, MIT Press.



PREDNOSTI I NEDOSTACI UPOTREBE TABLET RAČUNARA

ADVANTAGES AND CHALLENGES OF TABLET PCS USAGE

SVETLANA ČIČEVIĆ¹, SLOBODAN MITROVIĆ², NEŠIĆ MILKICA³

¹ Saobraćajni fakultet, Beograd, s.cicevic@sf.bg.ac.rs

² Saobraćajni fakultet, Beograd, s.mitrovic@sf.bg.ac.rs

³ Medicinski fakultet, Niš, milkica@medfak.ni.ac.rs

Rezime: *Primena novih informaciono-komunikacionih tehnologija podrazumeva kontinuirano praćenje i usvajanje novih znanja i iskustava iz navedenih oblasti. Uprkos atributu sveprisutnosti koji odlikuje savremeni proces učenja zahvaljujući razvoju digitalnih medija, prisutna su tehnološka ograničenja. Cilj istraživanja je evaluacija interfejsa tablet računara i zadovoljstva korisnika pri njegovom korišćenju. Tablet uređaj pokazao je dobre karakteristike u praksi sa stanovišta lakoće upotrebe i dobre integracije funkcija.*

Ključne reči: *Tablet računari, Skala za procenu upotrebljivosti sistema, Mobilno učenje.*

Abstract: *Despite the many forms of and increasing services offered by mobile learning, it is still immature in terms of its technological limitations and pedagogical considerations. In this study we were interested in evaluating of tablet device interface, as well as how the respondents perceived its usability. Tablet used in our investigation achieves good characteristics such as was minimal training time, good integration of various functions, easy to use, feeling confident when using the system, very few inconsistencies and no need the support of a technical person to be able to use tablet.*

Keywords: *Tablet Computer, System Usability Scale, Mobile learning.*

1. INTRODUCTION

In recent years, information management has greatly benefited from advances in Information and Communications Technology (ICT) through increasing the speed of information flow, enhancing the efficiency and effectiveness of information communication, and reducing the cost of information transfer. There has been a shift from e-learning, to m-learning (mobile learning) and now, more recently, the idea of ubiquitous learning. The applications of mobile learning range widely, from K-12 to higher education and corporate learning settings, from formal and informal learning to classroom learning, distance learning, and field study.

Mobile technologies exerting a great influence in the way people communicate and access information (Borcea & Iamnitchi, 2008, Sharples, 2008). These trends have motivated research in a variety of novel applications in mobile learning over the last decade (Pea & Maldona, 2005, Frohberg, 2009) taking advantage of user and device mobility for facilitating learning across multiple contexts, involving different locations, tasks and modes of interaction among users. Despite the many forms of and increasing services offered by mobile learning, it is still immature in terms of its technological limitations and pedagogical considerations (Traxler, 2007). Typical examples of the devices used for mobile learning include cell phones, smartphones, palmtops, and handheld computers; tablet PCs, laptops, and personal media players (Kukulka-Hulme & Traxler, 2005). However, it has been widely recognized that mobile learning is not just about the use of portable devices but also about learning across contexts (Walker, 2006). Mobile learning has unique technological attributes which provide positive pedagogical affordances. As educators search for the most effective and engaging methods for teaching, many are turning to technology to assist in accomplishing their goals. Of particular interest is the integration of multimedia devices, applications, and activities into the classroom. Education is slowly evolving toward classrooms of Teacher-as-Learning-Partner/Facilitator; that should serve students well in the 21st century. These offerings certainly seem to meet the initial learning criteria of engaging digitally-native students, known as Generation Y or Millennials. These students have grown up in a multimedia and multitasking world and have little problem absorbing information from a variety of media like television, web sites, email, blogs, printed magazines, MP3 players, mobile phones,

Instant Messaging clients - often simultaneously. This Millennial lifestyle is often at odds with traditional school-based learning, during which students “are asked to sit and focus on one narrowband issue for 45 minutes” (Apple Computer, 2003).

Two emergent themes in technology-based education are one-to-one computing and mobile computing. The technology that may well best support these kinds of computing is the Tablet PC. There are innumerable benefits for educators and learners while using mobile technologies effectively. Tablet PCs help deliver an engaging learning experience with rich, multimedia digital content. Teachers can deliver curriculum through PPT presentations, Word docs, and spreadsheets and mark up digital class work and homework. A particular advantage lies in saving time and money- instructors can use digital forms, convert digital notes to text without having to retype, and reduce paper, supply, and copying costs, and above all, making them ecologically sustainable devices. Because tablets combine computing power with portability, they have become an attractive choice to replace aging personal computers, especially when considering through their cost calculated to be half that of a standard PC laptop, which is extremely important for the countries with poor economic status.

Ozok *et al.* [20] note that although a fairly substantial body of research has grown up in the last few years on desktop and laptop usability, very few studies have reported on experiments with tablet PCs. Tablet computers, or tablets, differ from touch screen-equipped mobile phones by having larger screens and thinner structure than other mobile phones in day-to-day use. The most fundamental difference between tablet computers and regular computers relating to usability is the input method. With direct manipulation, users can handle files as icons, dragging and clicking them. Hands-on and tactile experience allows fast learning of the basic functions and gestures such as tap and swipe. Nevertheless, there are some problems with using gestures as an input method: the lack of established standards for gestures and their actions and the developers' ignorance about the universal usability principles (complying also with the new devices) (Norman & Nielsen, 2010). Gestures are non-standard, imprecise and unrepeatable by their nature as non-verbal communication. Tablet computers have solved this problem caused by a lack of feedback, by integrating elements from the traditional GUI, like icons, menus and help system. In this study we were interested in how the above mentioned attributes of tablet device impact its practical application, as well as how the respondents perceived its usability.

2. CURRENT STUDY

The 8.4" tablet PC Prestigio MultiPad PMP3384B has been chosen for testing, because the size of its display was estimated as to be suitable for optimal operation from the ergonomics point of view. This tablet works in the Android operating system. At the beginning of the experiment, 10 naive participants were asked to familiarize themselves with the Tablet PC interface. After being engaged in solving several spatial ability tasks the participants were asked to respond to the System Usability Scale (SUS) (Figure 1).

System Usability Scale

Instructions: For each of the following statements, mark one box that best describes your reactions to the website today.

	Strongly Disagree				Strongly Agree
1. I think that I would like to use this website frequently.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. I found this website unnecessarily complex.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. I thought this website was easy to use.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. I think that I would need assistance to be able to use this website.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. I found the various functions in this website were well integrated.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. I thought there was too much inconsistency in this website.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. I would imagine that most people would learn to use this website very quickly.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. I found this website very cumbersome/awkward to use.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. I felt very confident using this website.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this website.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Please provide any comments about this website:

Figure 1: Online version of SUS

Their immediate response to each item, rather than thinking about items for a long time was required. respondent then indicates the degree of agreement or disagreement with the statement on a 5 point scale. SUS, developed by Brooke (1996), had a great success among usability practitioners since it is a quick and easy to use measure for collecting users' usability evaluation of a system. It consists of ten-item scale giving a global assessment of Usability, operatively defined as the subjective perception of interaction with a

system (Brooke, 1996). The selected statements actually cover a variety of aspects of system usability, such as the need for support, training, and complexity, and thus have a high level of face validity for measuring usability of a system. According to Jeff Sauro (2011) SUS is not dependent on technology and it has been tested not only with hardware and websites but also on consumer software, mobile phones and even with yellow-pages. Sauro also states that SUS has become an industry standard. The SUS, reflect a strong need in the usability community for a tool that could quickly and easily collect a user's subjective rating of a product's usability.

In the aspect of system usability evaluation, the SUS is an efficient, time-conserving, and labor-saving way of subjective assessment. Before getting the actual SUS score, responses needed to be processed according to a defined method. The received raw user responses range from 1 (Strongly disagree) to 5 (Strongly agree). First these raw SUS item responses should be converted like this:

- For odd (negatively worded) items (1, 3, 5, 7, 9), 1 should be subtracted from the user response.
- For even items (positively worded) (2, 4, 6, 8, 10), subtract the user responses from 5.

This scales all the values to range from 0 to 4, with four being the most positive. After all the items are converted, responses from each user should be added up and multiplied with 2.5. As a result, SUS will produce a single number representing a composite measure of the overall usability of the studied system. The score is calculated by first summing the score contributions from each item. To get the overall SUS score, the sum of the item score contributions should be multiplied by 2.5. Thus, overall SUS scores range from 0 to 100 in 2.5-point increments. SUS questionnaire, as a whole, reflects participants' estimates of the overall usability of an interface, regardless of the type of interface. The principal value of the SUS is that it provides a single reference score for participants' view of a product's usability. As such, the individual statements that compose the SUS are secondary to the discussion of the instrument, in favour of the emergent score.

3. RESULTS

As the result of the study, the overall mean score of the SUS was found to be 68, with a standard deviation of 19.29. The overall score value of 68 corresponds to 50th percentile. As the SUS also enables a comparison of different systems, the interpretation should take into account that in studies that use the SUS to determine the usability of a system, an average score of 70 is generally awarded (Bangor *et al.*, 2008,). Therefore the usability of a system can only be classified as above average if it is above this score.

By inspection of the mean Overall SUS scores it could be seen that Statement 7 ("I would imagine that most people would learn to use this system very quickly") received the most extreme of all responses (this is one of two questions to which the respondents did not give neutral answers, as well as for the Statement 4: "I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system"), while Statement 3 ("I thought the system was easy to use") showed the lowest mean Overall scores (Figure 2). This difference is statistically significant ($t= 2.3772, p< 0.04$).

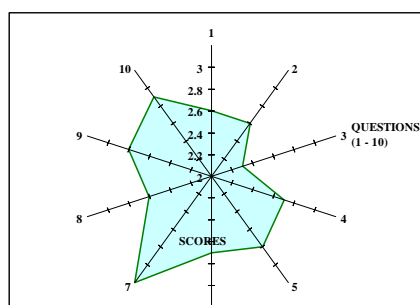


Figure 2: Mean Overall SUS scores for tablet

This finding could mean that there are characteristics of the statements that tend to result in generally positive or negative ratings. It could also be that participants tend to more strongly disagree with negative statements than they agree with positive statements (Figure 3 and 4). A third possible explanation is that participants had a bias toward the left side of the survey, as suggested by Friedman & Amoo (1999). The responses have a clear negative skew (-1.32, for Overall scores, the values for Usable and Learnable dimensions were quite similar). The highest average scores show women on 10th question, and the lowest for 2 and 9 Statement. Men show the highest scores on the 4th, and then for 3 and 9 Statement. For the 1st, 2nd and 7th Statement, males and females achieved equal mean scores. The greatest differences were shown for 4, 6 and 10 questions, where women have higher average scores.

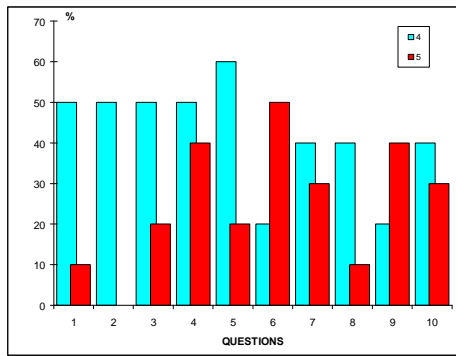


Figure 3: Percent of users that chose Disagree and Strongly Disagree alternatives

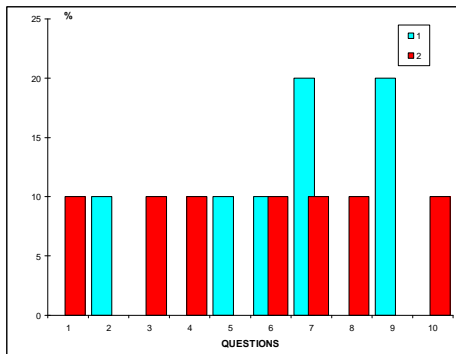


Figure 4: Percent of users that chose Agree or Strongly Agree alternatives

Female tend to show higher mean Overall scores than males, these differences remain for the learnable, but could not be applied to usable dimension (Figure 5).

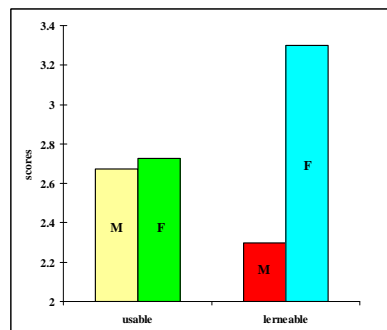


Figure 5: Mean SUS scores for usable and learnable dimension according to gender

However, the results failed to show significant gender differences in mean SUS Overall scores, as well as for usable and learnable dimension. The great advantage of Tablets is that they are intuitive products and using them does not require much prior training, over and above, that taps into the skills that young people have developed thanks to other similar devices (Plaza & Pérez Plaza, 2012). Thus, lack of previous experience obviously is not the factor that will have an impact on the SUS results. On the other hand, a big limiting factor refers to those who were unfamiliar with OS- completing any task took extra time to perform basic functions such as saving and finding files. Hardware issues involved managing the device itself (for example, charging batteries due to limited autonomy of cheaper versions). Although lower Overall mean SUS score (68) recorded in our study could be interpreted as to be a very general level, it may be the consequence of such disadvantages. Using data from 446 studies and over 5,000 individual SUS responses, Sauro (2011) found the overall mean score of the SUS is 68 with a standard deviation of 12.5. Tablet used in our investigation achieves good characteristics such as was quickness to learn, good integration of various functions, easy to use, feeling confident when using the system, very few inconsistencies and no need the support of a technical person to be able to use tablet.

4. CONCLUSION

How does widespread use of mobile devices such as Tablet PCs, in and out of the classroom, impact classroom interaction and pedagogy and positively change the way students and teachers interact? How does it change the way both teachers and students engage in the learning process?

With an increasing number of students entering higher education, and with flat or declining education budgets, the lecture model of instruction is becoming more prevalent. Tablet PCs and other mobile devices will allow new styles of pedagogy to be developed where students and the instructor interact digitally as well as through traditional spoken communication. The Tablet PC has the potential to revolutionize the way education is provided. It is an exciting opportunity for many different educational communities-teachers, learners, and researchers- across all grade levels. However, research and development of tools and systems to accomplish this must proceed jointly across these communities- with input, standards, and interactivity being sought across user groups. As a community of scholars, we need to understand and document how the Tablet PC enables technology to play a key role in providing a richer learning experience for university students worldwide- by supporting the creative design process, making it easier for students to work collaboratively, and enabling true mobility.

REFERENCES

- [1] Achievement for All Children: An Apple Perspective, (2003). Apple Computer, Inc
- [2] Bangor, A., Kortum, P.T. & Miller, J.A. (2008). An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24:6, 574-594.DOI:10.1080/10447310802205776
- [3] Borcea, C., & Iamnitchi, A. (2008). P2P Systems Meet Mobile Computing: A Community-Oriented Software Infrastructure for Mobile Social Applications. 2008 Second IEEE International Conference on Self-Adaptive and Self-Organizing Systems Workshops, 242-247.
- [4] Brooke, J. (1996). "SUS: a "quick and dirty" usability scale". In P.W. Jordan, B. Thomas, B.A. Weerdmeester, & A.L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry (189-194)*. London: Taylor and Francis.
- [5] Friedman, H. H. & Amoo, T. (1999). Rating The Rating Scales. *Journal of Marketing Management*, 9:3, 114-123.
- [6] Frohberg, D., Goth, C., & Schwabe, G. (2009). Mobile Learning projects - a critical analysis of the state of the art. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(4), 307 -331.
- [7] Kukulska-Hulme, A., & Traxler, J. (2005). *Mobile learning: A handbook for educators and trainers*. London: Routledge.
- [8] Nielsen, J. (2010). iPad Usability: First Findings From User Testing. Jakob Nielsen's Alertbox, April 26, 2010.
- [9] Pea, R. and Maldona do, H. Wild for learning: Interacting through new computing devices anytime, anywhere. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, R.K. Sawyer, Editor, 2005. Cambridge University Press, New York: 427 -443.
- [10] Plaza, MB., Pérez Plaza, M. (2012). Las tabletas en la educación: ¿implica un cambio en la metodología la introducción de un nuevo dispositivo? In *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia*, number 22<<http://www.pangea.org/dim/revista22>>)
- [11] Sharples, M., Arnedillo -Sánchez, I., Milrad, M., & Giasemi Vavoula. (2008). Chapter 14 MOBILE LEARNING Small devices, big issues. S. Ludvigsen, N. Balacheff, T. de Jong, A. Lazonder, and S. Barnes (eds.) *Technology -enhanced learning: Principles and products*, Dordrecht: Springer., 1 -20
- [12] Traxler, J. (2007). Defining, discussing, and evaluating mobile learning: The moving finger writes and having write... *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8(2), 1-12
- [13] Walker, K. (2006). Introduction: Mapping the landscape of mobile learning. In M. Sharples (Ed.), *Big issues in mobile learning: Report of a workshop by the kaleidoscope network of excellence mobile learning initiative*. University of Nottingham.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Istraživanje podataka – Data Mining



SISTEM META-UČENJA ZA KLASTEROVANJE PODATAKA O EKSPRESIJI GENA

META-LEARNING SYSTEM FOR CLUSTERING GENE EXPRESSION MICROARRAY DATA

SANDRO RADOVANOVIĆ, MILAN VUKIĆEVIĆ, BORIS DELIBAŠIĆ, MILIJA SUKNOVIĆ

Fakultet organizacionih nauka, Beograd, sandro.radovanovic@hotmail.com,
{vukicevicm, borisd, milijas}@fon.bg.ac.rs

Rezime: Klasterovanje podataka o ekspresiji gena zauzima važnu ulogu u biomedicinskim istraživanjima. Međutim, izbor najboljeg metoda klasterovanja za posmatrani problem je izazovan zadatak. U ovom istraživanju problemu se pristupa tako što se proširuje nedavno predloženi sistem meta-učenja za rangiranje i izbor algoritma za klasterovanje podataka o ekspresiji gena. Dati sistem je razvijen i evaluiran u RapidMiner okruženju.

Ključne reči: Klasterovanje, ekspresija gena, RapidMiner, razvoj zasnovan na komponentama

Abstract: Clustering of gene expression microarray data plays an important role in biomedical research, but selecting the best clustering method for problem at hand is a difficult task. In this research we addressed this problem by extending recently proposed meta-learning system for ranking and selection of clustering algorithms for clustering gene expression microarray data. The system is developed and evaluated in RapidMiner environment.

Keywords: Clustering, gene expression, microarray, meta-learning, RapidMiner, component based design

1. UVOD

Klaster analiza DNK čipova je neophodna za otkrivanje biološki značajnih grupa gena (Dembele, Kastner 2003), ali sam izbor efikasnog algoritma za klasterovanje nad određenim skupom genskih ekspresija je težak zadatak (Iam-on *et al.* 2010). Pritom, nije moguće dati opšti zaključak koji je algoritam daje najbolje rezultate (Giancarlo *et al.* 2010), jer performanse klasterovanja zavise od unutrašnjih karakteristika podataka. Stoga, (Quackenbush 2001) navodi da je izbor odgovarajućeg algoritma element od ključnog značaja prilikom projektovanja klaster analize. Detaljan pregled primene algoritama za klasterovanje u biomedicinskim istraživanjima dali su (Xu, Wunsch 2010) pri čemu su naglasili značaj pronalaženja odgovarajućih algoritama za različite biomedicinske primene.

Podaci o ekspresiji gena mogu biti klasterovani na dva načina. Prvi način je da se geni grupišu na osnovu sličnih ekspresija u biološkom uzorku. Drugi način je da se biološki uzorci grupišu na osnovu podataka dobijenih iz genskih ekspresija (Slonim 2010). Od ova dva načina klasterovanja, izazovnije je grupisati uzorak na osnovu gena, gde mnoge tehnike klasterovanja ne uspevaju da obuhvate složenu lokalnu strukturu, pre svega zbog visoke dimenzionalnosti problema i malog uzorka (De Bin, Risso 2011). Iako postoje preporuke za izbor algoritma za klasterovanje bioloških podataka (Andreopoulos *et al.* 2009), ne postoji konsenzus koji je najbolji algoritam za klasterovanje.

Kao potencionalno rešenje za ovaj problem (Nascimento *et al.* 2009) su nedavno predložili pristup zasnovan na meta-učenju. Meta-učenje omogućava automatski izbor i rangiranje algoritama za posmatrani problem na osnovu prethodne evaluacije algoritama na sličnim problemima. Iako je ovo uobičajan pristup za izbor ili rangiranje nadgledanih algoritama (Smith-Miles 2008), u oblasti klasterovanja ovo je relativno nova i neistražena tema (Nascimento *et al.* 2009). Već postoje početna istraživanja u oblasti klasterovanja podataka o ekspresiji gena (Nascimento *et al.* 2009), koja su dala obećavajuće rezultate.

U ovom istraživanju proširen je sistem (Nascimento *et al.* 2009), gde se izbor i rangiranje algoritama vrši ne samo na osnovu osobina podataka i performansi algoritama, već i komponenti algoritma Delibasic *et al.* 2009, Delibasic *et al.* 2012) kao meta-atributa. Pored ovoga, napravljen je RapidMiner tok za rangiranje algoritama.

2. PRISTUP ZA KLASTEROVANJE PODATAKA O EKSPRESIJI GENA ZASNOVAN NA KOMPONENTAMA

Nedavno predloženi pristup za klasterovanje podataka o ekspresiji gena zasnovan na komponentama je dao veoma obećavajuće rezultate (Vukicevic *et al.* 2011, Vukicevic *et al.* 2012a, Vukicevic *et al.* 2012b). Pristup zasnovan na komponentama (Delibasic *et al.* 2009, Delibasic *et al.* 2012) deli algoritme sa sličnom strukturom (u ovom slučaju algoritmi slični K-means algoritmu) na delove sa sličnom funkcionalnošću (pod-problemi algoritma). Svaki pod-problem ima standardizovanu I/O strukturu, te može biti rešen sa jednom ili više komponenti koje se mogu ponovo koristiti (RC) kao što je prikazano u tabeli 1 (detaljan opis komponenti koje se mogu ponovo koristiti se mogu naći u (Delibasic *et al.* 2012)). Ovim se omogućava razmena i kombinacija komponenti iz različitih algoritama i dizajn velikog broja novih “hibridnih” algoritama. Ovo je veoma važno za razvoj sistema meta-učenja, jer je prostor algoritama jedan od glavnih aspekata u meta-učenju.

Tabela 1: Podproblemi i komponente koje se mogu ponovo koristiti

Podproblem	Komponente
Inicijalizacija predstavnika	DIANA, RANDOM, XMEANS, GMEANS, PCA, KMEANS++, SPSS
Merenja udaljenosti	EUCLIDEAN, CITY, CORREL, COSINE
Ažuriranje predstavnika	MEAN, MEDIAN, ONLINE
Evaluacija klastera	AIC, BIC, SILHOU, COMPACT, XB, CONN

U pristupu zasnovanom na komponentama u razvoju klaster algoritma, tok algoritma je definisan generičkim algoritmom za klasterovanje (GC) i može se videti u (Delibasic *et al.* 2012). Važno je naglasiti da ovaj algoritam omogućava automatsko pronalaženje “K”, gde je K broj klastera, sa bilo kojom kombinacijom RC).

Kombinovanje RC u generičkom algoritmu mogu se reprodukovati originalni algoritmi, ali i kreirati i novi. Na primer, K-means algoritam se može konstruisati kao RANDOM-EUCLIDEAN-MEAN-COMPACT. Dok novi algoritam se može konstruisati, na primer, primenom PCA-COSINE-ONLINE-SILHOU, gde se za inicijalizaciju predstavnika koristi analiza glavnih komponentata, COSINE za merenje udaljenosti, ONLINE za ažuriranje predstavnika i SILHOU za evaluaciju klastera.

U ovom istraživanju korišćen je generički algoritam koji projektuje i evaluira 504 ($7 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 6$) algoritama, kombinujući četiri već pomenute RC. Na taj način formiran je prostor algoritama za klasterovanje, koji su uključeni u sistem meta-učenja opisanog u ovom radu (detaljnije objašnjeno u narednim poglavljima). Ukoliko se na ovaj broj doda i način normalizacije broj algoritama koji se projektuje i evaluira iznosi 2016, jer postoje četiri tipa normalizacije.

3. META-UČENJE ZA KLASTEROVANJE ČIP PODATAKA

Meta-učenje se može definisati kroz sledeće aspekte (Smith-Miles 2008):

- Prostor problema, P, koji predstavlja skup instanci klase datog problema (najčešće problemi klasifikacije i regresije);
- Prostor meta-atributa, M, koji sadrži karakteristike koje opisuju dati problem (između ostalog veličina uzorka za trening, korelacija između atributa);
- Prostor algoritama, A, koji predstavlja skup algoritama kandidata za rešavanje problema u prostoru P;
- Metrike performansi, Y, koji meri performanse algoritma na datom problemu (npr. tačnost klasifikacije (za klasifikacione probleme) ili srednje kvadratne greške (za probleme regresije)).

Dakle, opšti postupak za meta-učenje je sledeći: prvo se skupovi podataka iz prostora problema P evaluiraju korišćenjem algoritama iz prostora algoritama A. Pored toga, meta-karakteristike skupova podataka se dovode u vezu sa performansama algoritma (formira se baza meta-primera). Nakon toga, kreiraju se (i ocenjuje metrike performanse) regresioni ili klasifikacioni modeli kako bi se odredili paterni odnosa između meta-atributa i performansi algoritma. Primena modela se vrši, tako što se za novi skup podataka (problem), izdvajaju meta-atributi i vrši se predviđanje performansi. Ovaj postupak je veoma važan kada je reč o velikim skupovima podataka zbog toga što se drastično smanjuje broj algoritama koje je potrebno evaluirati nad originalnim skupom podataka.

Kao što je već rečeno, meta-učenje je uobičajna tehnika za izbor/rangiranje nadgledanih algoritama, ali kako klasterovanje predstavlja tehniku učenja bez nadgledanja i kako ne postoji konsenzus o najboljoj meri evaluacije koja određuje željene karakteristike skupa podataka (unutrašnje mere evaluacije) (Vukicevic *et al.* 2011), primena meta-učenja za probleme klasterovanja je izučavana samo u poslednjih nekoliko godina (Nascimento *et al.* 2009). Glavni problem leži u tome što korisnici uglavnom ne znaju tačno koje je svojstvo klasterovanja za njihovo područje primene.

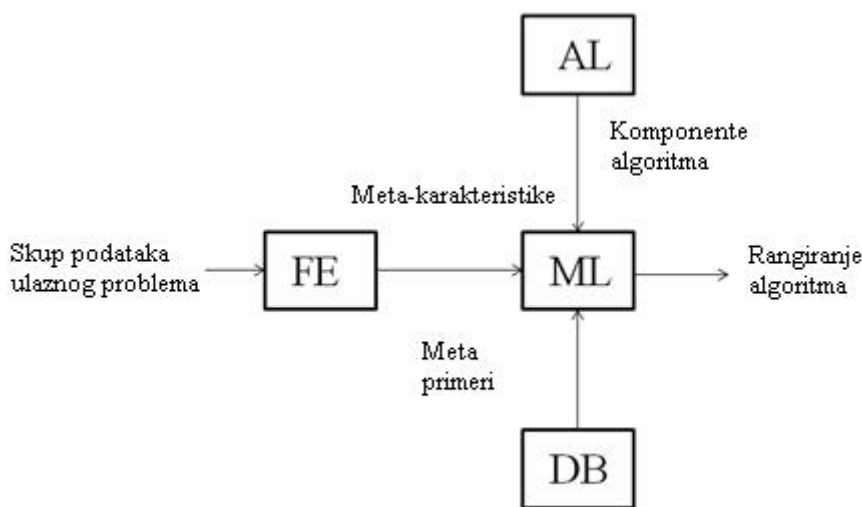
S druge strane, spoljne mere za procenu klastera mogu obezbediti objektivne informacije o tome koliko je klaster dobar u odnosu na prave klase u podacima (eng. „ground truth“).

Specifičan sistem meta-učenja za klasterovanje genskih ekspresija (koji je produžen u ovom istraživanju) predložen je od (Prudêncio *et al.* 2011). Procena kvaliteta algoritma i stvaranje baze podataka meta-uzoraka je zasnovano na korigovanom Rand indeksu, koji predstavlja eksternu meru evaluacije. Još jedna specifičnost ovog sistema su meta-atributi koje se koriste za opis podataka genskih ekspresija. Ovde ćemo kratko opisati meta-atribute korišćene u (Nascimento *et al.* 2009, Prudêncio *et al.* 2011), a u narednom poglavlju sistem meta-učenja iz (Delibasic *et al.* 2012) i njegovo proširenje.

1. LgE: \log_{10} uzorka. Predstavlja sirov pokazatelj uzorka za obuku modela;
2. LgREA: \log_{10} odnosa uzorka i broja atributa. Predstavlja sirov pokazatelj koliko je raspoloživo uzoraka po atributu.
3. PMV: procenat nedostajućih vrednosti. Pokazatelj kvaliteta podataka;
4. MN: Multivarijantna normalnost. Predstavlja grubi pokazatelj usklađenosti distribucije podataka sa distribucijom normalne raspodele;
5. SK: Statistički pokazatelj asimetričnosti podataka;
6. Chip: tip tehnologije čipa koji je korišćen (cDNA ili Affymetrix);
7. PFA: procenat atributa koji se koristi nakon primene filtera za izbor atributa;
8. PO: procenat *outlier*-a. Predstavlja statistički pokazatelj kvaliteta podataka;
9. NRE: normlaizovana relativna entropija. Predstavlja pokazatelj koliko je odstupanje stvarne distribucije među klasama u odnosu na uniformnu raspodelu;
10. SC10: “mali“ klasteri. Mera koja predstavlja broj klasa sa kardinalnošću, odnosno brojem uzoraka, manjom od praga $\theta = 10$;
11. SC15: slična mera kao i prethodna. Jedina razlika je u pragu, koji iznosi $\theta = 15$;
12. BC: “veliki“ klasteri. Mera koja predstavlja broj klasa sa kardinalnošću većom od praga $\theta = 50$;
13. k-NN outliers: greška klasifikacije dobijena primenom metodom k najbližih suseda ($k = 3$). Još jedan pokazatelj kvaliteta podataka.

4. INTEGRACIJA META-KARAKTERISTIKA I KOMPONENATA ALGORITAMA

U ovom istraživanju uključeni su podproblemi (i tip normalizacije) iz razvoja algoritama zasnovanih na komponentama kao meta-atributi za rangiranje i izbor algoritama za klasterovanje podataka o ekspresiji gena. Na ovaj način se, pored karakteristika podataka, uključuju i karakteristike algoritma (Slika 1) i time proširuje sistem koji je predložio (Prudêncio *et al.* 2011).



Slika 1: Prošireni sistem meta-učenja

Ovaj sistem se sastoji iz dve faze: treniranje i primena. U fazi treniranja, algoritam “meta-učenja“ (ML) izvlači znanje iz skupa podataka meta-primera sačuvanih u bazi podataka (DB). Takvo znanje se odnosi na karakteristike podataka i performanse algoritama kandidata. Pored meta-atributa, koji su opisani u prethodnom odeljku, korišćeni su meta-atributi algoritma u DB modulu. Novi meta-atributi su RC od četiri podproblema opisanih u Tabeli 1, i jedan dodani atribut koji opisuje tehniku normalizacije korišćenu pre klasterovanja. Dakle, prošireni sistem ima ukupno 18 meta-atributa.

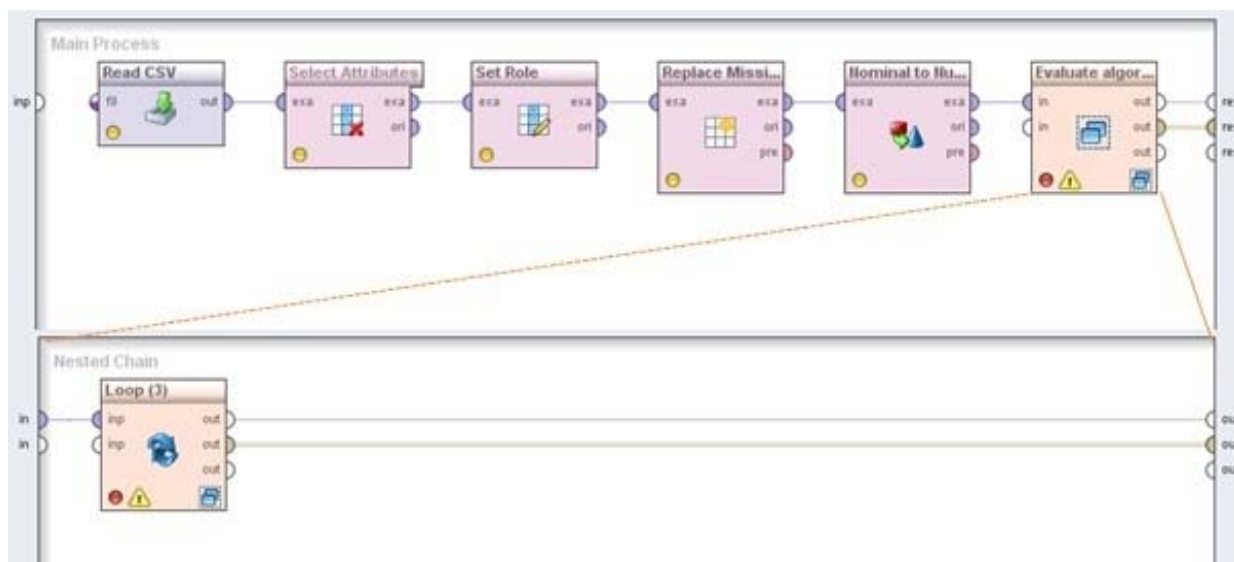
U fazi korišćenja, za novi skup podataka, FE određuje vrednosti meta-atributa koji opisuje podatke i skladište algoritama (AL) koji, zatim, pruža opise dostupnih algoritama. Na osnovu tih rezultata ML modul izbacuje rang dostupnih algoritama. Da bi se to omogućilo, ML modul koristi znanje dobijeno kao rezultat trening faze.

Još jedna razlika u odnosu na sistem koji je predložio (Prudêncio *et al.* 2011) je ta da je za evaluaciju algoritma (klastera i stvaranja baze podataka meta-primera) korišćen prilagođen zajednički indeks (AMI), koji je nedavno predložino (Vinh *et al.* 2010) kao opšte upotreljivi indeks validacije i pokazao validne performanse na skupovima podataka o ekspresiji gena.

5. EVALUACIJA SISTEMA

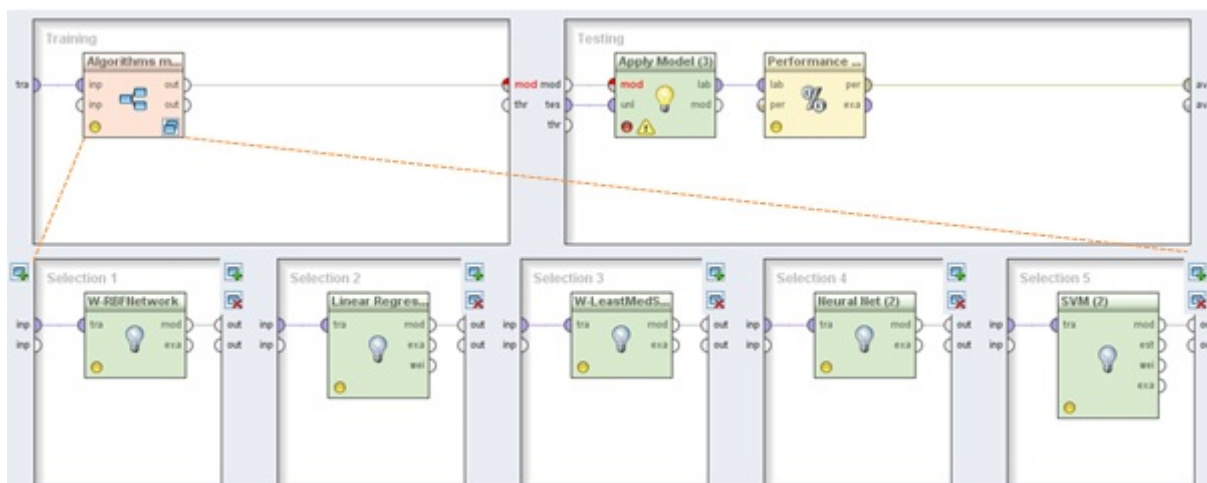
Za evaluaciju predloženog sistema, ocenjena su 504 algoritma za klasterovanje (opisanih u poglavlju 2), sa četiri različite tehnike normalizacije (ukupno 2016 eksperimenata). Baza podataka meta-primera je formirana koristeći komponente algoritma, meta-atribute skupa podataka i performanse algoritma (merene preko AMI-ja). U daljem tekstu ćemo opisati podatke i proces otkrivanja zakonitosti u podacima korišćenih za implementaciju sistema meta-učenja.

Za potrebe ovog istraživanja korišćeno je 30 skupova podataka (Nascimento *et al.* 2009). Potupak evaluacije počinje sa procesom koji kreira model koji će najbolje predvideti vrednost za AMI zasnovanog na meta-atributima podataka i algoritama. Osnovni proces je opisan na slici 2. Prvi korak u procesu je čitanje podataka. Podaci se čitaju korišćenjem *Read CSV* operatora. Nakon toga, vrši se priprema podataka. Pod pripremom podataka podrazumeva se izbor atributa (18 meta-atributa i AMI), izbor atributa koji je potrebno predvideti (AMI), zamena nepostojećih vrednosti i prebacivanje kategoričkih atributa u numeričke. Za prebacivanje tih vrednosti korišćeno je kreiranje novog atributa za svaku kategoriju unutar atributa (eng. *dummy coding*). Nakon pripreme podataka vrši se evaluacija algoritama. Evaluacija algoritama je predstavljena kao petlja u kojoj se u svakoj iteraciji koristi drugi algoritam.



Slika 2: Osnovni proces

Unutar petlje korišćena je validacija modela za evaluaciju regresionih algoritama. Unutar validacije, što se vidi na slici 3, nalazi se, u fazi treniranja, složen proces koji bira algoritam koristeći makro koji generiše petlja (*Loop*). Dalje, u fazi testiranja model se primenjuje i evaluira koristeći koren srednje kvadratne greške (RMSE) i absolutna greška. Modeli se zatim zapisuju na hard disk, koristeći *Log* operator.



Slika 3: Proces treniranja modela

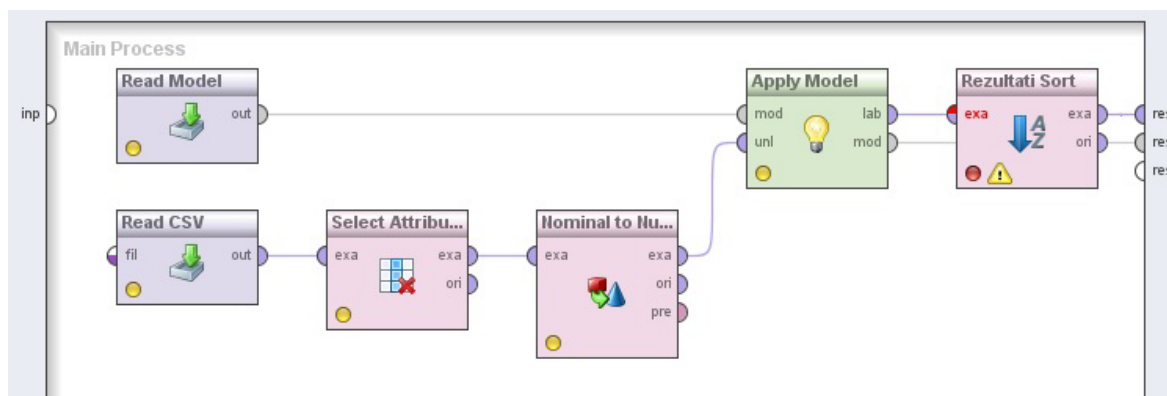
Gore opisani proces se ponavlja tri puta: na meta-atributima skupa podataka (D), meta-atributa algoritama (A) i zajedno (B). Sredina kvadrata korena greške se računa za svaki model na svakom meta-primeru i nalaze se u tabeli 2:

Tabela 2: Sredina kvadrata korena greške (RMSE) modela

Algoritam	RMSE(D)	RMSE(A)	RMSE(B)
Gausova mrežna funkcija	0.142	0.144	0.143
Linearna regresija	0.121	0.139	0.115
Linearna regresija (najmanja kvadratna medijana)	0.151	0.156	0.148
Neuronske mreže	0.108	0.161	0.083
SVM	0.321	0.173	0.162

Iz tabele 2 se može videti da su najbolji rezultati postignuti (osim za Gausovu mrežnu funkciju) na meta-primerima koji uključuju oba tipa meta-atributa. Ovim se pokazuje da uključivanjem meta-atributa algoritma poboljšavaju performanse meta-učenja. Takođe, može se primetiti da najbolje rezultate daju neuronske mreže. Stoga, koristićemo ovaj model prilikom primene.

Na slici 4 prikazan je proces za primenu neuronskih mreža za predviđanje AMI na meta-primerima. *Read CSV* operator se koristi za čitanje podataka. Nakon čitanja podataka primenjuje se priprema podataka na isti način kao i u prethodnom procesu. Dakle, vrši se izbor meta-atributa i nakon toga vrši se prebacivanje kategoričkih promenljivih u numeričke. Model, koji je sačuvan u prethodnom procesu, se očitava primenom *Read Model* operatora. Kada se očitaju i podaci i model primenjuju se korišćenjem *Apply Model* operatora.



Slika 4: Proces za primenu sistema za meta-učenje

5. ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju smo pokazali da upotreba algoritama baziranih na komponentama može poboljšati proces meta-učenja za klasterovanje podataka o ekspresiji gena na dva načina. Prvo, na ovakav način se širi prostor algoritama, dok, sa druge strane, podproces algoritma koji se mogu ponovo koristiti se mogu koristiti kao

meta-atributi za opis algoritama. Kao moguće proširenje planiramo da uključimo okvir za meta-učenje PaREn (Shafait *et al.* 2010) kao deo RapidMiner-a, koji bi proširioproces meta-učenja.

LITERATURA

- [1] Dembélé, D., Kastner, P. (2003). Fuzzy C-means method for clustering microarray data. *Bioinformatics*, 19, 973-980.
- [2] Lam-on, N., Boongoen, T., & Garrett, S. (2010). LCE: a link-based cluster ensemble method for improved gene expression data analysis. *Bioinformatics*, 26, 1513-1519.
- [3] Giancarlo, R., Lo Bosco, G., & Pinello, L. (2010). Distance Functions, Clustering Algorithms and Microarray Data Analysis. In: Blum C., Battiti R. (eds.) *Learning and Intelligent Optimization 6073*, 125-138.
- [4] Quackenbush, J. (2001). Computational analysis of microarray data. *Nature reviews. Genetics* 2, 418-427.
- [5] Xu, R., Wunsch, DC. (2010). Clustering Algorithms in Biomedical Research: A Review. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 3, 120-154. doi:10.1109/RBME.2010.2083647
- [6] Slonim, D. (2010). From patterns to pathways: gene expression data analysis comes of age. *Nature genetics* 32:502-508,.
- [7] De Bin, R., & Risso, D. (2011). A novel approach to the clustering of microarray data via nonparametric density estimation *BMC Bioinformatics* 12(49).
- [8] Andreopoulos, B., An, A., Wang, X. et al. (2009). A roadmap of clustering algorithms: finding a match for a biomedical application. *Briefings in Bioinformatics*, 10(3), 297-314
- [9] Nascimento, A., Prudencio, R., de Souto M, et al. (2009) Mining Rules for the Automatic Selection Process of Clustering Methods Applied to Cancer Gene Expression Data. In: *Proceedings of the 19th International Conference on Artificial Neural Networks: Part II*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- [10] Smith-Miles, K. (2008). Towards insightful algorithm selection for optimization using meta-learning concepts. In: *Proceedings of the IEEE International Joint Conference on Neural Networks*, 4118-4124.
- [11] Vukicevic, M., Delibasic, B., Jovanovic, M., Suknovic, M., & Obradovic, Z. (2011). Internal evaluation measures as proxies for external indices in clustering gene expression data, *Proc. 2011 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine*, Atlanta, GA, doi:10.1109/BIBM.2011.97.
- [12] Vukicevic, M., Delibasic, B., Obradovic, Z., Jovanovic, M., Suknovic, M. (2012a). A method for design of data-tailored partitioning algorithms for optimizing the number of clusters in microarray analysis, *Proc. 2012 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology*, San Diego, CA.
- [13] Vukićević, M., Kirchner, K., Delibašić, B., Jovanović, M., Ruhland, J., & Suknović, M. (2012b). Finding best algorithmic components for clustering microarray data. *Knowledge and Information Systems*, 1-20.
- [14] Delibašić, B., Kirchner, K., Ruhland, J., Jovanović, M., Vukićević, M. (2009). Reusable components for partitioning clustering algorithms. *Artificial Intelligence Review*, 32, 59-75.
- [15] Delibašić, B., Vukićević, M., Jovanović, M., Kirchner, K., Ruhland, J., & Suknović, M. (2012). An architecture for component-based design of representative-based clustering algorithms. *Data & Knowledge Engineering*.
- [16] Prudêncio, R.B., de Souto, M. C., & Ludermir, T.B. (2011). Selecting machine learning algorithms using the ranking meta-learning approach. In *Meta-Learning in Computational Intelligence* (pp. 225-243). Springer Berlin Heidelberg. This is the style "Reference". You can insert your first reference here, titles of books, papers etc. are written in *italic*.
- [17] Vinh, N. X. Epps, J. Bailey, J. (2010). Information Theoretic Measures for Clusterings Comparison: Variants, Properties, Normalization and Correction for Chance. *J. Mach. Learn. Res* 11, 2837-2854.
- [18] Shafait, F., Reif, M., Kofler, C., & Breuel, T. M. (2010). Pattern Recognition Engineering. In *RapidMiner Community Meeting and Conference (Vol. 9)*.



OTKRIVANJE ZAKONITOSTI U PODACIMA VEZANIH ZA USPEH STUDIRANJA

EDUCATIONAL DATA MINING RELATED TO SUCCESS OF STUDY

SONJA IŠLJAMOVIĆ¹, SRĐAN LALIĆ²

¹Fakultet organizacionih nauka, Beograd, isljamovics@fon.bg.ac.rs

²Republički zavod za statistiku, Beograd, srdjan.lalic@stat.gov.rs

Rezime: Otkrivanje zakonitosti među brojnim i heterogenim podacima o studentima i uspehu studiranja predstavlja dobar potencijal za efikasniji rad i kvalitetnije obrazovanje na univerzitetskim institucijama. Analiziranje i utvrđivanje zakonitosti između indikatora uspešnosti studiranja (prosečna ocena ostvarena tokom studija i prosečno vreme studiranja) i njihova zavisnost sa polom studenta, može da predstavlja dobru početnu osnovu za prilagođavanje i unapređenje nastavnog plana i programa visokoškolske institucije, shodno karakteristikama studenata.

Ključne reči: otkrivanje zakonitosti u podacima, visokoškolska edukacija, uspeh studenata.

Abstract: Data mining through numerous and heterogeneous data with reference to students and students success of studies represents a good potential for efficient and effective education at universities. Analyzing and determining patterns among indicators of academic success (average study grade and the average time of study) and their correlation to student's gender can be a good foundation in process to adapt and improve the curriculum of higher education institutions, according to the students' characteristics.

Keywords: data mining, higher education, success of students.

1. UVOD

Nove tehnologije, nove informacije i znanja impliciraju neophodnost reforme i usavršavanje sistema obrazovanja, izmene u sadržajima, unapređivanje tehnike i tehnologije nastave i učenja. Osavremenjivanje i modernizacija nastavnog procesa i nastavnih sadržaja, ogleda se kroz upotrebu tehnološki savremenih sredstava i učila, ali i kroz prilagođavanje nastavnog sadržaja studentima, kako bi se postigli što bolji rezultati usvajanja i primene znanje.

Otkrivanje zakonitosti u podacima (eng. Data Mining), u daljem tekstu OZP, se može definisati kao proces koji je zasnovan na izvlačenju, interpretiranju i korišćenju informacija iz šireg skupa podataka, radi donošenja odluke, (Suknović & Delibašić, 2010). Otkrivanje zakonitosti u podacima iz oblasti edukacije (Educational Data Mining – EDM), kao oblast istraživanja, razvila se u poslednjih deset godina, kao posebna oblast primene tehnika i alata otkrivanja zakonitosti u podacima, sa ciljem analiziranja jedinstvene vrste podataka koje se javljaju u obrazovnim sistemima, za rešavanje različitih edukativnih problema i poboljšanje nastavnih procesa (Romero & Ventura, 2007; Romero & Ventura, 2010). EDM se bavi razvojem, istraživanjem i primenom metoda za otkrivanje zakonitosti u podacima u okviru baza podataka iz oblasti edukacije, a koje bi inače bile teško ili skoro nemoguće analizirati i utvrđivati zavisnosti, obrasce ponašanja i učenja kod studenata, pre svega zbog velike količine podataka (Romero et al., 2010).

U okviru ovog rada, u uvodnom delu biće predstavljeni osnovni koncepti otkrivanja zakonitosti u podacima iz oblasti edukacije, kao i uticaja implementacije Bolonjske deklaracije na uspeh studiranja. U centralnom delu rada biće analizirani indikatori uspešnosti studiranja (prosečna ocena ostvarena tokom studija i prosečno vreme studiranja) i njihova zavisnost sa polom studenata, prikazano kroz studiju slučaja sa Fakulteta organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu. U zaključnom delu rada biće definisane smernice za dalje unapređenje i prilagođavanje visokoškolskog edukativnog sistema shodno karakteristikama studenta.

2. OTKRIVANJE ZAKONITOSTI U PODACIMA IZ OBLASTI EDUKACIJE

EDM analizira podatke iz različitih vrsta informacionih sistema za podršku učenju ili obrazovanju, na fakultetima, univerzitetima i drugim akademskim ili profesionalnim obrazovnim institucijama koje pružaju tradicionalne i savremene forme i metode nastave, kao i neformalno učenje (Romero & Ventura, 2007).

Značajna je implementacija EDM gde podaci nisu ograničeni samo na interakciju studenata sa nastavnikom ili edukativnim sistemom (npr. ponašanje, interaktivne vežbe, usmeni odgovori), već može da sadrži podatke iz interne komunikacije i kolaboracije više studenata (npr. rad na projektnim zadacima, praćenje aktivnosti u okviru foruma, panel diskusija), preko administrativnih podataka (npr. završena srednja škola), socio-demografske podatke (Scheuer & McLaren, 2011). Svi ovi podaci mogu se organizovati u nekoliko višenivovskih hijerarhijskih struktura koje su međusobno povezane i uslovljene, te takva struktura umnogome usložnjava analizu podataka tradicionalnim metodama i tehnikama.

Campbell i Oblinger (2007) definišu EDM kao analitiku akademskih podataka korišćenjem statističkih metoda i OZP-a. Takođe, EDM se može sagledati kao metodologija koja će pomoći fakultetima (nastavnom osoblju i savetnicima za obrazovanje), u otkrivanju rizičnih i nadarenih studenata, u ranoj fazi studiranja, (Campbell & Oblinger, 2007). Primenom EDM može se uticati na poboljšanje nastavnih aktivnosti i povećanje zainteresovanost studenata, shodno njihovim karakteristikama. Baker i Yacef (2009) su definisali EDM kao novu disciplinu, koja se bavi razvojem metoda za istraživanje jedinstvene vrste podataka koji dolaze iz obrazovnih institucija, i koristite ove metode za bolje razumevanje ponašanje studenata i njihovog uspeha u učenju, usvajanju znanja. U opštem smislu, a zasnivajući se na prethodnim definicijama, EDM predstavlja istraživački i naučni termin koji se fokusira na različite tipove podataka koji se prikupljaju u okviru obrazovnih institucija, dok analitika akademskih podataka zahteva specifične podatke koji se odnose na visokoškolsku institucionalnu efikasnost i pitanja uspešnosti studenata.

Istraživanja iz ove oblasti imaju fokus na različite aspekte edukativnog procesa: studente, nastavnike, nastavne materijale, organizaciju nastave itd. (Kumar & Chadha, 2011; Romero, 2007, Guruler et al., 2010). Poslednjih nekoliko godina u Srbiji je sprovedeno nekoliko istraživanja u pogledu otkrivanja zakonitosti u studentskim podacima, sa ciljem predviđanja i poboljšanja supeha studenata (Išljamović et al, 2012; Vukićević et al., 2012; Jovanović et. al, 2012; Gerasimović et al., 2011). U narednom delu rada biće predstavljeni rezultati analize uspešnosti studiranja na Fakultetu organizacionih nauka, nakon implementacije Bolonjske deklaracije.

3. OTKRIVANJE ZAKONITOSTI U PODACIMA SA VISOKOŠKOLSKIH INSTITUCIJA: STUDIJA SLUČAJA SA FAKULTETA ORGANIZACIONIH NAUKA

Akademsko obrazovanje predstavlja jednu od ključnih uloga u procesu modernizacije jedne države i ostvarivanja konkurentne prednosti. Proces edukacije i razvoja ljudskih resursa, postaje sve značajniji činilac i odrednica performansi uspešnosti kako poslovanja uopšte tako i društva u celini. Može se reći da nova društvena elita upravo dolazi iz akademskih krugova, sa ciljem da stabilizuje i unapredi celokupno stanje privrede i društva. Iako je akademsko obrazovanje bazirano na postulatima Bolonjske deklaracije u zemljama Evropske unije zastupljeno već više decenija, od balkanskih zemalja Hrvatska je prva uvela Bolonjsku deklaraciju u visokoškolsko obrazovanje 2001. godine, a dve godine kasnije to su učinile i Srbija, Makedonija i Bosna i Hercegovina, dok je Crna Gora 2007. godine započela proces reorganizacije visokoškolskog obrazovanja shodno Bolonjskoj deklaraciji.

U Srbiji su visokoškolske ustanove počele sa implementacijom i uvođenjem principa Bolonjske deklaracije 2003. godine i od tada su zabeležena mnogobrojna poboljšanja u edukativnom procesu na univerzitetima. Paralelno sa usvajanjem Bolonjske deklaracije, univerziteti i fakulteti u Srbiji su razvijali i osavremenjivali naučno-nastavne programe u cilju da se što pre prilagode promenama, novim naučnim saznanjima i trenutnim tržišnim trendovima, fokusirajući se na kontinuirano praćenje obrazovnih potreba. Broj diplomiranih studenata povećan je za 16 % nakon primene Bolonjske deklaracije, dok je prosečna ocena rasla, od $8.13 \pm 0,2884$ za studente po ne-bolonjskim programima na 8.42 ± 0.3346 za studente koji su studirali po Bolonjskoj deklaraciji (Republički zavod za statistiku, 2011). Prosečno vreme studija smanjeno sa 6,45 na 5,09 godina na osnovnim nivoima akademskih studija nakon uvođenja Bolonjske deklaracije (Išljamović et al., 2012). Performanse uspešnosti studiranja prvih pet generacija studenata po Bolonjskoj deklaraciji na Fakultetu organizacionih nauka, biće predstavljene u nastavku rada.

3.1. Uspeh studiranja usled primene Bolonjske deklaracije

Na Fakultetu organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu, proces uvođenja Bolonjske deklaracije započeo je odmah nakon donošenja odluke o njenoj implementaciji od strane Univerziteta u Beogradu, te je već u školskoj 2004/2005 godini uspisana prva generacija studenata. Ovim istraživanjem obuhvaćeno je prvih pet generacija studenata koje su upisane shodno principima visokoškolske edukacije implementiranih primenom Bolonjske deklaracije, a koji su studije završili do novembra 2013. godine. U tom vremenskom

intervalu više od 60 % upisanih studenata je diplomiralo, ostvarujući ukupnu prosečnu ocenu od 8.63 uz prosečno vreme studiranja od skoro 5 godina.

Analiza uspeh studenata (ostvarene prosečne ocene i vremena studiranja), na uzorku od 800 diplomiranih studenata muškog pola i 987 diplomiranih studenata ženskog pola, realizovana je primenom nezavisnog T-testa za utvrđivanje statističke značajnosti kod indikatora uspešnosti između diplomaca muškog i ženskog pola. Sa pragom značajnosti $p < 0.05$ i sigurnošću $P > 95\%$ utvrđeno je da razlika u pogledu ostvarene prosečne ocene i vremena studiranja kod diplomaca muškog i ženskog pola je statistički značajna:

- Prosečna ocena kod diplomaca muškog pola iznosi 8.1844 ± 0.6132 , dok je kod diplomaca ženskog pola prosečna ocena ostvarena tokom studiranja 8.4976 ± 0.6686 , ($t=10.216$, $p=0.01$);
- Prosečno vreme studiranja kod diplomaca muškog pola iznosi 5.1317 ± 1.0294 godina, dok su studenti ženskog pola završili fakultet u proseku za 4.8352 ± 0.9433 godina, ($t=6.353$, $p=0.048$).

Shodno tim rezultatima, može se inicijalno zaključiti da postoji statistički značajna razlika kod diplomaca muškog i ženskog pola u pogledu ostvarene prosečne ocene i vremena studiranja. Studenti ženskog pola ostvaruju bolji uspeh tokom studiranja, kako u pogledu ostvarene više prosečne ocene, tako i u pogledu kraćeg, potrebnog, vremena za završetak studija.

3.2. Uticaj pola studenta na uspeh studiranja

Sagledavajući uspeh studiranja diplomaca Fakulteta organizacionih nauka, u zavisnosti od pola studenta, u okviru ovog rada, biće izvršena komparativna analiza uspeha u pogledu ostvarene prosečne ocene i dužine studiranja. Analiza indikatora uspešnosti studiranja biće izvršena u zavisnosti od studijskog programa koji su studenti završili, statusa upisa (finansiranje iz bužeta ili samofinansiranje) na prvu godinu osnovnih akademskih studija, tipa predhodno završene srednje škole i regiona završene srednje škole.

Zarad otkrivanja zakonitosti u podacima o diplomiranim studentima koji su upisali fakultet u školskoj 2004/2005 godini, a završili ga do novembra 2013. godine, primenom koncepta Binomne logistike regresije utvrđeno je da postoji statistička značajnost između pola studenta i zavisnih varijabli koje ukazuju na uspeh studenta u srednjoj školi, regiona i tipa završene srednje škole, broja poena na prijemnom ispitu, smeru studija, prosečne ocene ostvarene tokom studija i prosečnog vremena studiranja ($\chi^2_{(N=1787)} = 221.13, p < 0.01$). Ispitujući zavisnost i uticaj pola na uspeh studiranja, od početnih osam varijabli (region srednje škole, tip srednje škole, uspeh u srednjoj školi, broj poena na prijemnom ispitu, status upisa na fakultet, odabrani studijski program na fakultetu, prosečna ocena ostvarena tokom studija i vreme studiranja), kroz 5 koraka regresionog modela izdvojile su se 4 varijable kod kojih postoji značajna korelacija u odnosu na pol studenata i njihov uspeh na fakultetu, gde je pregled varijabli i njihova značajnost predstavljena u Tabeli 1. Tokom primene Binomne logističke regresije ustanovljeno je kod koje 4 varijabli ne postoji statistička značajnost, te su one bivale isključene iz dalje analize sledećim redom, respektivno: tip srednje škole ($p=0.918$), region srednje škole ($p=0.679$), prosečno vreme studiranja ($p=0.622$), status upisa na fakultet ($p=0.137$).

Tabela 1: Prikaz značajnih varijabli u modelu logističke regresije za predviđanje performansi uspeha studiranja u zavisnosti od pola studenta

<i>Rezultati u koraku 5</i>	<i>B</i>	<i>S.E.</i>	<i>Sig.</i>	<i>Exp(B)</i>
<i>broj poena na prijemnom ispitu</i>	0.007	0.003	0.021	1.007
<i>prosečna ocena studiranja</i>	-0.742	0.092	0.000	0.476
<i>uspeh u srednjoj školi</i>	-0.421	0.091	0.000	0.657
<i>studijski program, smer studija</i>	-0.932	0.108	0.000	0.394

U daljoj analizi podataka primenjena je Faktorska analize, sa ciljem da se pronade adekvatan način za objedinjavanje informacija koje su sadržane u okviru originalnih varijabli, u manji set novih, kompozitnih varijabli za koje se pretpostavlja da su u osnovi reprezentativni podset originalnih varijabli, a uz minimalni gubitak informacija.

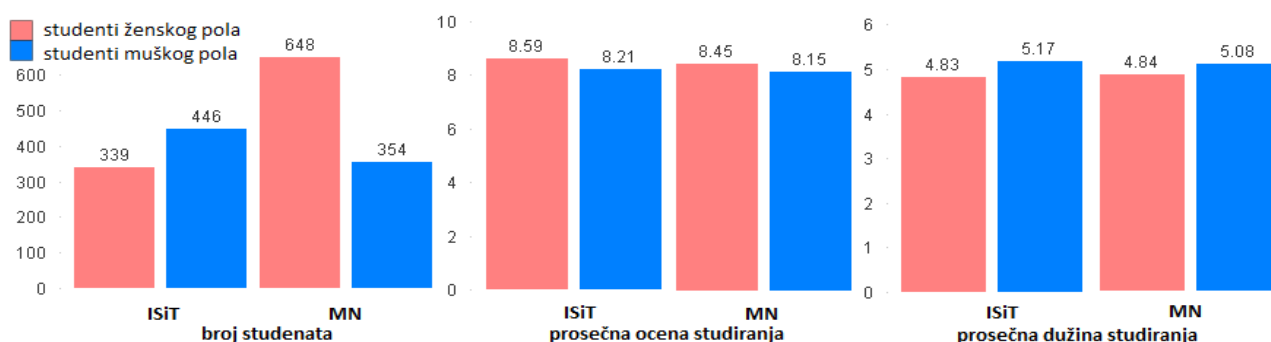
Na podacima o uspehu studiranja pet generacija studenata Fakulteta organizacionih nauka, primenom Faktorske analize, definisane su tri su grupe varijabli koje, na značajan način, utiču na ukupan uspeh studiranja u zavisnosti od pola studenata, na šta ukazuju rezultati u Tabeli 2. U okviru prve grupacije značajnih varijabli, indentična grupa varijabli se izdvojila i kod diplomaca muškog i ženskog pola. Varijable: broj poena na prijemnom ispitu, prosečna ocena studiranja, uspeh u srednjoj školi i status upisa na fakultet predstavljaju najznačajni podset varijabli putem kojih se kod oba pola diplomaca može definisati uspešnost studiranja. Kod diplomaca ženskog pola u drugom podsetu, grupaciji značajnih atributa putem kojih se može

determinisati uspešnost studiranja ženskog pola izdvojile su se varijable: prosečno vreme studiranja i region srednje škole, dok se u trećoj grupaciji nalaze tip srednje škole i studijski program, smer studija. Uspešnost studiranja diplomaca muškog pola, pored varijabli iz prve grupacije, podseta, može se determinisati i putem varijabli prosečno vreme studiranja i studijski program, smer studija koje pripadaju drugoj grupaciji značajnih varijabli, ili putem varijabli iz treće grupacije region srednje škole i tip srednje škole.

Tabela 2: Rezultati faktorske analize po polu studenta

Varijable \ udeo varijanse %	studenti ženskog pola			studenti muškog pola		
	Grupacija			Grupacija		
	1	2	3	1	2	3
prosečno vreme studiranja	34.74	15.88	12.71	32.34	16.09	13.35
broj poena na prijemnom ispitu	0.666	0.300		0.780	0.845	
prosečna ocena studiranja	0.871			0.247		
region srednje škole		0.618				0.654
uspeh u srednjoj školi	0.522			0.461		
tip srednje škole			0.942			0.781
status upisa na fakultet	0.540			0.759		
studijski program, smer studija			0.048		0.351	
	Kaiser-Meyer-Olkin=0.701, p<0.01			Kaiser-Meyer-Olkin=0.685, p<0.01		

Kako se varijabla *studijski program* tokom primene binomne logističke regresije i faktorske analize izdvojila kao jedan od značajnih indikatora performansi uspešnosti, u daljem radu, prvo će detaljna analiza biti urađena po toj varijabli. Na Fakultetu organizacionih nauka, studenti se prilikom upisa na prvu godinu osnovnih akademskih studija opredeljuju za jedan od dva studijska programa: Informacioni sistemi i tehnologije (ISiT) i Menadžment i organizacija (MN). Analizom podataka u zavisnosti od pola studenta, može se zaključiti da postoji značajna razlika u broju studenata koji su na svakom od studijskih programa diplomirali, gde je najveći broj diplomaca ženskog pola (648 studenata) koji su završili studijski program MN, što predstavlja 65% diplomaca koji su završili taj smer, odnosno 35% u odnosu na sve diplomce. Istovremeno, diplomci ženskog pola koji su završili studijski program MN ostvarili su bolji uspeh u odnosu na svoje kolege muškog pola, kako u pogledu veće prosečne ocene (8.45), tako i kraćeg vremena studiranja (4 godine i 10 meseci). Za studijski program ISiT vlada veće interesovanje među studentima muškog pola, koji čine 56% diplomaca sa tog studijskog programa. Iako su, procentualno, manje zastupljene na studijskom programu za ISiT studentkinje beleže bolje rezultate u odnosu na MN (prosečna ocena studiranja po studijskom programu, respektivno: 8.59 i 8.45). Studenti muškog pola, takođe, ostvaruju bolji uspeh u okviru studijskog programa ISiT (prosečna ocena studiranja 8.21) u odnosu na studijski program MN (prosečna ocena studiranja 8.15). Kod diplomaca ženskog pola prosečno vreme završetka studija je skoro indentično na oba studijska programa i iznosi 4 godine i 10 meseci. Kod diplomaca muškog pola prosečno vreme završetka fakulteta u okviru studijskog programa MN je 5 godina i jedan mesec, odnosno za jedan mesec kraće u odnosu na prosečno vreme završetka drugog studijskog programa (ISiT).

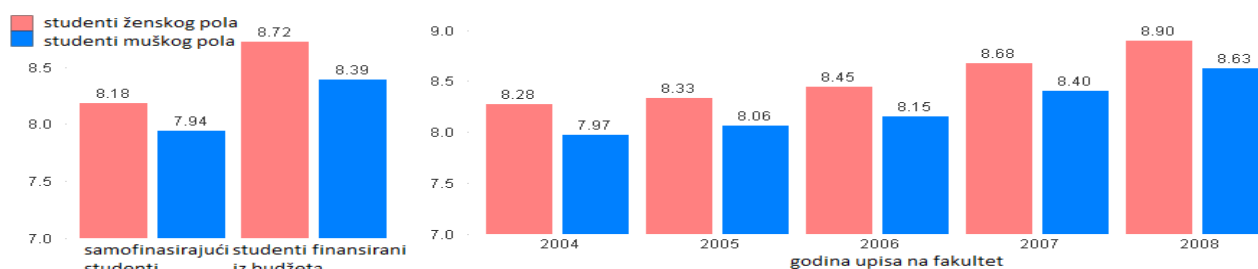


Slika 1: Odnos uspeha studiranja u odnosu na pol studenta po (a) broju studenata, (b) prosečnoj oceni, (c) prosečnom vremenu studiranja u zavisnosti od studijskog programa

U zavisnosti od statusa upisa na prvu godinu osnovnih akademskih studija, studenti oba pola koji su se upisali sa statusom samofinansiranja ostvarili su slabiji uspeh u odnosu na kolege koji su prvu godinu upisali sa statusom finansiranje iz budžeta, Slika2 (a). Studenti ženskog pola, po oba statusa upisa su ostvarili bolje rezultate (samofinansiranje: prosečna ocena – 8.18, prosečno vreme studiranja – 5.08; finansiranje iz budžeta: prosečna ocena – 8.72, prosečno vreme studiranja 4.66), u odnosu na kolege muškog pola koji su, u proseku,

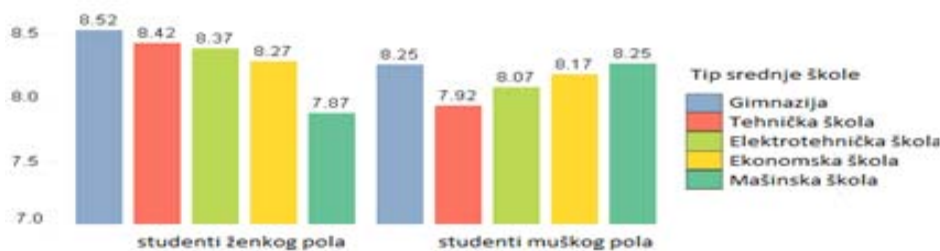
ostvarili slabije rezultate (samofinansiranje: prosečna ocena – 7.94, prosečno vreme studiranja – 5.30; finansiranje iz budžeta: prosečna ocena – 8.39, prosečno vreme studiranja 4.99), sa statističkom značajnošću $p < 0.05$. Takođe, može se uočiti da je prosečno vreme studija, kao i prosečna ocena studiranja, kod studenata koji su se upisali na status finansiranja iz budžeta, bez obzira na pol studenta, kraće od prosečnog vremena studiranja studenata koji su se upisali na status samofinansiranja, a da kod prosečne ocene studiranja važi da studenti sa statusom upisa finansiranje iz budžeta ostvaruju značajno bolje ocene od studenata koji su prvu godinu osnovnih akademskih studija upisali u okviru statusa samofinansiranje.

Analizirajući ostvarenu prosečnu ocenu po polu studenta u zavisnosti od godine upisa, Slika 2 (b), može se uočiti trend rasta prosečne ocene kod studenata oba pola, gde se kod studenata ženskog pola to nalazi u rasponu od 8.28 do 8.90, a kod studenata muškog pola u rasponu od 7.97 do 8.63. Najveći pomak u pogledu povećanja prosečne ostvarene ocene ostvaren je kod generacija koje su upisane u okviru školskih godina 2006/2007 i 2007/2008, ali sagledavajući ukupnu promenu prosečne vrednosti prosečne ocene studiranja, može se uočiti da su studenti oba pola napravili skoro identičan pomak, poboljšavajući prosečnu ocenu u proseku za 0.64. Takva tendencija porasta vrednosti prosečne ocene može se sagledati kroz sve bolju primenu i prilagođenost Bolonjske deklaracije uslovima studiranja.



Slika 2: Uspeh diplomaca u pogledu ostvarene prosečne ocene u zavisnosti od (a) statusa upisa na Fakultet i (b) godine upisa na Fakultet

Najveći broj diplomaca Fakulteta organizacionih nauka, 75% od ukupnog broja diplomaca, je predhodno završio gimnaziju, gde je od ukupnog broja diplomaca ženskog pola 45% predhodno završilo gimnaziju, dok je kod diplomaca muškog pola taj procenat nešto manji i iznosi 30%. Iz srednjih škola ekonomskog i tehničkog usmerenja dolazi oko 20% diplomaca, i to diplomci koji su predhodno završili ekonomsku srednju školu čine 7%, elektrotehničku srednju školu čine 6.86% i tehničku srednju školu čine 5.68% od ukupnog broja diplomaca, dok ostalih 5.5% diplomaca dolazi iz drugih srednjih škola ili su završili srednju školu u inostranstvu. Na prijemnom ispitu, prosečan najbolji učinak su ostvarili diplomci koji su prethodno završili gimnaziju (u proseku preko 60 poena na prijemnom), a potom slede diplomci koji su završili srednju mašinsku školu (u proseku 56,7 poena na prijemnom), srednju elektrotehničku školu (u proseku 53,1 poena na prijemnom) i srednju ekonomsku školu (u proseku 49,8 poena na prijemnom). Kod studenata muškog pola podjednako dobar rezultat u pogledu prosečne ocene studiranja ostvaruju diplomci koji su predhodno završili gimnaziju ili srednju mašinsku školu (8.25), dok su najslabije rezultate pokazali studenti koji su predhodno završili srednju tehničku školu (7.92), Slika 3.



Slika 3: Uspeh diplomaca u pogledu ostvarene prosečne ocene po polu u zavisnosti od tipa predhodno završene srednje škole

Kod studenata ženskog pola, najbolju prosečnu ocenu tokom studija su ostvarile studentkinje koje su završile gimnaziju (8.52), a potom slede studentkinje koje su završile srednju tehničku školu (8.42), dok je najmanje prosečna ocena studija zabeležena kod studentkinja koje su predhodno završile srednju mašinsku školu (7.87). Analizirajući ostvarenu prosečnu ocenu tokom studija po polu studenta, a u zavisnosti od grupacije predhodno završene srednje škole, možemo zaključiti, da studenti koji su predhodno završili gimnaziju ostvaruju odlične rezultate, dok kod studenta koji su završili srednju tehničku školu studenti

ženskog pola ostvaruju mnogo bolje rezultate (8.42) u odnosu na svoje kolege (7.92), a kod studenata koji su završili mašinsku školu značajno bolje rezultate ostvaruju studenti muškog pola (8.25) u odnosu na svoje kolegice (7.87), Slika 3.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu, sa ciljem bolje organizacije prikupljenog znanja i informacija o studentima i njihovom uspehu tokom univerzitetskog obrazovanja, uz podršku OZP-a izloženi su zaključci o uticaju pola studenta na performanse uspeha studiranja, pre svega u pogledu ostvarene prosečne ocene i dužine studiranja. Rezultati istraživanja, ukazuju da postoje razlike u pogledu ostvarenih performansi uspeha studiranja kod studenata muškog i ženskog pola.

Analizom uspeha studenata tokom visokoškolske edukacije pruža se mogućnost razvijanja paterna ponašanja studenata tokom studija, efikasnosti i efektivnosti usvajanja znanja, ali i mogućnost blagovremenog uticaja i intervenisanja na sam proces edukacije u cilju ostvarivanja boljeg uspeha. Takođe, pruža se mogućnost sagledavanja koje aspekte nastavnog plana i programa je potrebno poboljšati, kako bi se studenti podstakli na dalji rad i usavršavanje u pojedinim naučnim oblastima.

Budući pravci razvoja obuhvataće uključivanje većeg broja ulaznih varijabli, kao onih koji se direktno odnose na studije tako i socio-ekonomskih i demografskih indikatora, njihovu komparativnu analizu, kao i razvoja modela za predviđanje uspeha studiranja baziranog na varijablama koje su analizirane u okviru ovoga rada.

ZAHVALNOST

Ovo istraživanje je delom finansirano od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, kao deo projekta tehnološkog razvoja, broj projekta ID III 47003.

LITERATURA

- [1] Baker, RSJd, Yacef, K. (2009). The state of educational data mining in 2009: a review and future visions. *Journal of Educational Data Mining*, 3–17.
- [2] Campbell, J., Oblinger, D. (2007). *Academic analytics*. Washington, DC: Educause
- [3] Gerasimovic, M., Stanojevic, L., Bugaric, U., Miljkovic, Z., Veljovic, A. (2011). Using Artificial Neural Networks for Predictive Modeling of Graduates' Professional Choice. *The New Educational Review*, 23(1), 175-188.
- [4] Guruler, H., Istanbulu, A., & Karahasan, M. (2010). A new student performance analysing system using knowledge discovery in higher educational databases. *Computers & Education*, 55(1), 247–254.
- [5] Išljamović, S., Vukićević, M., Suknović, M. (2012). Demographic influence on students' performance - case study of University of Belgrade, TTEM - Technics Technologies Education Management, 7(2), 648-660.
- [6] Jovanović, M., Vukićević, M., Išljamović, S., & Suknović, M. (2012). Automatic evolutionary design of decision tree algorithm for prediction of university student success, *Stochastic Modeling Techniques and Data Analysis International Conference (SMTDA2012)*, Crete, Greece.
- [7] Kumar, V., Chadha, A. (2011). An Empirical Study of the Applications of Data Mining Techniques in Higher Education. *International Journal of Advanced Computer Science and Application*, 2(3), 80–84.
- [8] Republički statistički zavod Srbije (2011). *Statistički godišnjak 2010*. www.stat.gov.rs.
- [9] Romero C., Ventura S., Pechenizky M., Baker, R. (2010). *Handbook of Educational Data Mining. Data Mining and Knowledge Discovery Series*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC Press.
- [10] Romero C., Ventura, S. (2007). Educational data mining: a survey from 1995 to 2005. *Journal of Expert System with Applications*, 1, 135–146.
- [11] Romero C., Ventura, S. (2010). Educational data mining: a review of the state-of-the-art. *IEEE Trans SystMan Cybern C: Appl Rev*, 40, 601–618.
- [12] Scheuer, O, McLaren, BM. (2011). Educational data mining. In: *The Encyclopedia of the Sciences of Learning*. New York, NY: Springer.
- [13] Suknović, M., Delibašić, B. (2010). Poslovna inteligencija i sistemi za podršku odlučivanju, FON, Beograd.
- [14] Vukićević, M., Išljamović, S., Jovanović, M., Delibašić, B., Suknović, M., (2012). Primena neuronskih mreža za predviđanje uspeha studenata, *Zbornik radova YU INFO 2012 - 18. Konferencija o informacionim i komunikacionim tehnologijama*, Kopaonik, Srbija, 680-685.



PRIMENA ANALIZE DRUŠTVENIH MREŽA U MODELOVANJU POSLOVNIH PROCESA SA KOLABORATIVNOM PODRŠKOM

APPLYING SOCIAL NETWORK ANALYSIS TO THE BUSINESS PROCESS MODELING WITH COLLABORATIVE SUPPORT

NENAD MIRKOV¹, IVANA ĆIRIĆ¹, MIODRAG PERANOVIĆ²

¹ Student doktorskih studija, Ekonomski fakultet, Subotica, nenad.mirkov@gmail.com, civana87@gmail.com

² Ekonomski fakultet, Brčko, miodrag.peranovic.efb@gmail.com

Rezime: U korporativnom okruženju, društveni mediji i društveni softver imaju značajnu ulogu, što je dokazano kroz mnogobrojna istraživanja i radove na tu temu. Pravilno modelovanje poslovnih procesa ima ključnu ulogu u upravljanju resursima kompanije. Integracija društvenih medija i Web 2.0 tehnologija u procesu modelovanja, omogućuje uključivanje kolektivne inteligencije, i ruši barijeru između učesnika u procesu modelovanja poslovnih procesa i korisnika koji su deo tih procesa. Agilnost upravljanja poslovnim procesima se meri brzinom reagovanja na interne i eksterne promene i zahteve. U ovom radu je izvršena analiza značaja i mogućnosti koje postoje upotrebom kolaborativnog pristupa u modelovanju poslovnih procesa u cilju bržeg i kvalitetnijeg obuhvatanja znanja i iskustava svih učesnika u lancu, primenom alata za analizu društvenih mreža i alata za modelovanje procesa sa podrškom za društvene mreže. Kao rezultat istraživanja i analize, zaključuje se da ovakav pristup može omogućiti prikupljanje i dokumentovanje procesa u veoma kratkom vremenu, što može smanjiti troškove, i stvoriti agilnu atmosferu u kojoj se procesi brzo modeluju, a loše odluke odmah prepoznaju i ispravljaju.

Ključne reči: UPP, Kolaborativno UPP, Analiza društvenih mreža, Društvene mreže, Upravljanje znanjem

Abstract: Social media, and social networks play a significant role in corporate environment, what is already proven to be truth by many authors in scientific researches and papers. Proper business process modeling plays a key role in managing the enterprise resources. The integration of social media and Web 2.0 technologies in the process of modeling, allows the inclusion of collective intelligence, and breaks down the barrier between the participants in the business processes modeling and users that are part of these processes. Agility of business processes is measured by speed of response to internal and external changes and demands. This paper analyzes the importance and opportunities that exist by using a collaborative approach to modeling business processes for faster and better capture of knowledge and experience of all participants in the chain, using social network analysis tools and tools for business process modeling with social network support. As a result of research and analysis, it is concluded that this approach can facilitate the collection and documentation of the process in a very short time, which can reduce costs, and create a responsive environment in which processes are modeled quickly and bad decisions are detected and corrected immediately.

Keywords: BPM, Social BPM, SNA, Social Networks, Knowledge Management

1. UVOD

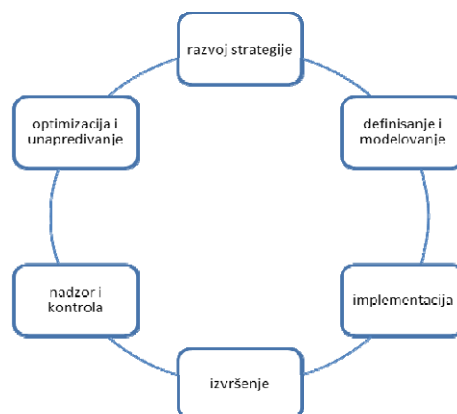
Poslovni procesi predstavljaju kompleksne elemente u svakoj kompaniji, koji unutar sebe integrišu poslovnu logiku, poslovna pravila, modele, i druge podatke. Njihovo uspešno izvršavanje je direktno zavisno od velikog broja učesnika sistema. Naime, svaki učesnik koji je obučen da izvršava određene zadatke teži da te zadatke obavi na što jednostavniji i što bolji način. Nakon modelovanja i implementacije poslovnog procesa, neophodno je vršiti konstantan monitoring delovanja svih učesnika, te reagovati na eventualni jaz koji može nastati jer učesnik obavlja zadatak na drugačiji način od definisanog modelom. U tom slučaju novo procesno okruženje treba prilagoditi produktivnom radu učesnika procesa, a ne težiti obrnutom. Ovakav pristup predstavlja osnovu konstantnog unapređivanja procesa (CPI – Constant Process Improvement). Najbolji način da se postigne maksimalan učinak u sinhronizaciji procesa sa produktivnim delovanjem korisnika je uključivanje svih učesnika u faze reinžinjeringa ili modelovanja procesa. Internet kao komunikacioni kanal

među svim učesnicima se nameće kao očigledno rešenje problema. Broj internet korisnika u svetu je u periodu od 2000. do 2012. godine porastao za 566,4% (Group, Miniwatts Marketing, 2013), i tokom ovog perioda nastali su mnogi značajni servisi koji predstavljaju kolaborativne grupe internet korisnika, koji zajedničkim zalaganjem doprinose razvoju tih servisa i njihovog sadržaja. Od najpoznatijih servisa koji su nastali u protekloj deceniji mogu se navesti neki, kao što su: Wikipedia – besplatna enciklopedija čiji sadržaj kreiraju milioni korisnika (pokrenuta 2001), Facebook, MySpace – društvene mreže, Flickr – veb sajt koji sadrži veliki broj slika i video zapisa (pokrenuti 2004), Twitter – mini bloging sajt (pokrenut 2006) (Wood, 2013). Istraživanja u domenu psihologije grupe pokazala su da podela, odnosno objavljivanje nekog problema ima efekat privlačenja korisnika grupe na zajedničko rešavanje. Latane, Eckman i Joy su utvrdili da pojedinci koji pretrpe neki stresan događaj zajedno, pružaju podršku jedni drugima smanjujući na taj način nivo stresa (Latane B., 1966). Internet forumi predstavljaju nepresušne izvore znanja koje korisnici mogu besplatno koristiti. Jedno istraživanje koje je sprovedla kompanije sparkBB.com (Davis, 2009) pokazuje razloge zbog čega se ljudi opredeljuju na korišćenje foruma. Statistički rezultati govore da 35,23% korisnika foruma traži interakciju sa osobama istih ili sličnih interesovanja i razmišljanja, 25,99% da bi postavili pitanje, odnosno pokušali rešiti problem. Forumi su uglavnom tematski podeljeni pa se u okviru grupa često mogu pronaći eksperti u određenoj oblasti, koji mogu rešiti problem i odgovoriti na pitanje korisnika. Istraživanje pokazuje da 20,08% korisnika želi da podeli svoja znanja i iskustva i na taj način podiže i svoju reputaciju i svoj društveni status dok 12,39% koristi forume da bi promovisali proizvod ili uslugu, a najmanji broj korisnika, svega 6,28%, su izjavili da forume koriste jedino za sklapanje poznanstava.

U ovom radu analizirani su načini kako koristiti kolaborativne alate u poslovnim procesa, obzirom da korisnici koji učestvuju u upravljanju i modelovanju poslovnih procesa na taj način mogu najjednostavnije podeliti svoja znanja i iskustva. Postoje istraživanja koja pokazuju da nedostatak u komunikaciji među korisnicima predstavlja najveću prepreku u transferu znanja (Schultze & Orlikowski, 2004). U drugom poglavlju rada se predstavljaju postojeće metodologije i tehnike u modelovanju i upravljanju poslovnim procesima. Treći deo ovog rada bavi se analizom društvenih mreža u cilju pronalazjenja relacija među učesnicim po zadatom kriterijumu kolaboracije. Četvrti deo predstavlja dva postojeća rešenja za modelovanje procesa koji podržavaju društvene atribute i daje se predlog agregacije rezultata SNA metodologije (Social Network Analysis) u alate za modelovanje poslovnih procesa u cloud okruženju. Konačna razmatranja i predlozi za buduća istraživanja su objedinjeni u zaključku.

2. PROŠIRENI ŽIVOTNI CIKLUS OPTIMIZACIJE POSLOVNIH PROCESA

Upravljanje poslovnim procesima kompanije je predmet istraživanja velikog broja autora, i obzirom da su sami procesi subjekat svake metodologije, Ho et al (2004) mišljenja su da je većina ovih istraživanja orijentisana na strategije i metodologije iz organizacione perspektive, dok su karakteristike procesa deo veoma malog broja istraživanja. Ono što ovi autori u svom radu predlažu, odnosi sa na svojevrsnu podelu na uloge u organizaciji koje će biti zadužene za jasno definisane procese prethodno podeljene po karakteristikama (Ho, Chen, Chen, & Wang, 2004). Ukoliko bi se na pravi način kordinisala, kolaborativna veza među učesnicima sistema mogla bi pozitivno uticati na poslovne procese. Dosadašnji metodološki pristup u svim literaturama koje se bave upravljanjem poslovnim procesima, navodi životni ciklus upravljanja kao kontinuiranu transformaciju koja se sastoji iz nekoliko međusobno ciklično povezanih koraka (Weske, 2007). Iako različite literature interpretiraju ove korake na drugačiji način, oni se fundamentalno ne razlikuju. Houy, Fettke i Loos ove korake definišu kao agregaciju koja se sastoji iz šest faza prikazanih na slici 1:

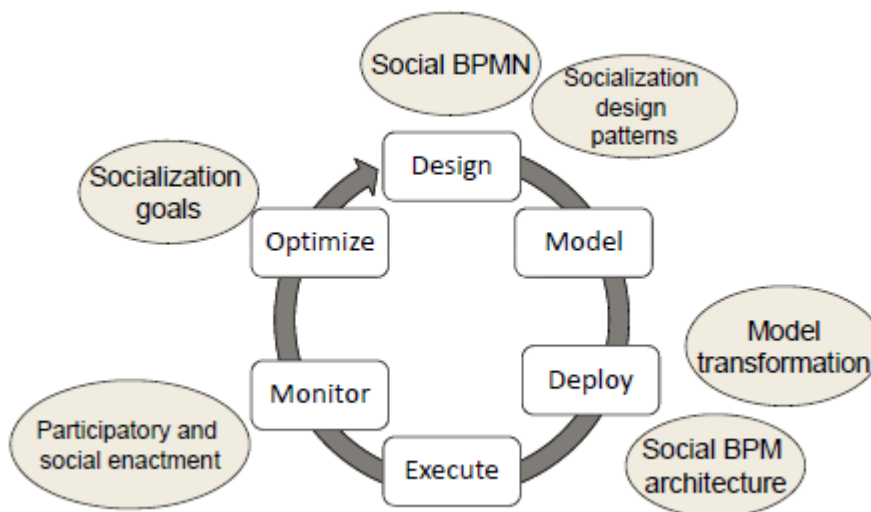


Slika 1: Ciklus kontinuirane optimizacije poslovnih procesa (Houy, Fettke, & Loos, 2010)

Prva faza predstavlja strategijski nivo koji je praćen definisanjem i modelovanjem svih relevantnih procesa. U trećoj fazi vrši se implementacija procesa u samu organizaciju, a što je razdvojeno od izvršenja implementiranih procesa. Peta faza podrazumeva kontinuirani nadzor i kontrolu izvršavanja svih procesa, da bi se u poslednjoj fazi uočene anomalije optimizovale i na taj način vršilo konstantno poboljšavanje i unapređivanje implementiranih procesa (Houy, Fettke, & Loos, 2010).

Primenom novog pristupa u upravljanju poslovnim procesima Brambilla et al (2012) preporučuju proširivanje postojećih faza socijalnim elementima koji su prikazani na slici 2. Ovi autori kroz navedene faze postavljaju i definišu ciljeve optimizacije procesa u ciklusu unapređenja, pri čemu se ističe eksploatacija veza među korisnicima, kao načina da se eksploatišu neformalna znanja o tim vezama radi kvalitetnijeg modelovanja aktivnosti. Ovaj cilj će biti analiziran u narednom poglavlju ovog rada. Ostali ciljevi uključuju transparentnost koja omogućuje svim učesnicima uvid u upravljačke procese, dodeljivanje aktivnosti odnosno njihovo povezivanje sa učesnicima koji imaju najbolje kompetencije da ih izvrše, participacija ima za cilj da podigne nivo svesti učesnika o važnosti procesa, povratne informacije koje je mnogo lakše dobiti upotrebom kolaborativnih alata kao i upravljanje kolektivnim znanjem kroz ove alate (Brambilla, Fraternali, & Vaca, 2012).

Ciljevi koji su Brambilla et al (2012) postavili u svom radu se postižu uključivanjem kolaborativnosti u fazu modelovanja poslovnih procesa. Notacija koja se koristila ranije u alatima za modelovanje ne podržava socijalne elemente pa su autori predložili prošireni model notacije koji ih podržava.

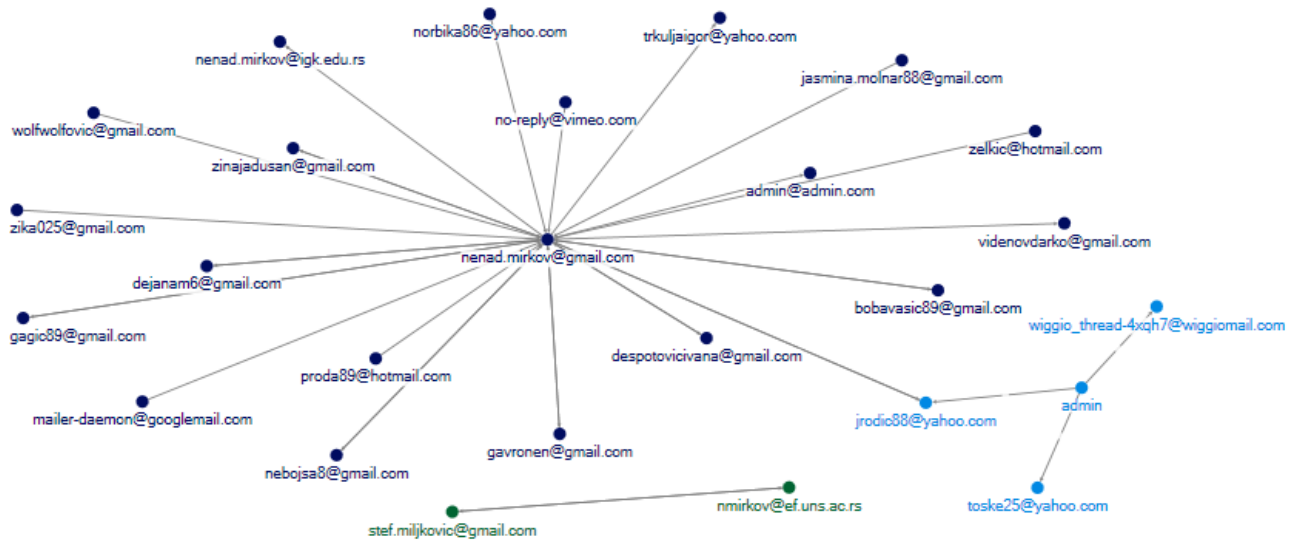


Slika 2: Ciklus optimizacije poslovnih procesa proširen socijalnim elementima (Brambilla, Fraternali, & Vaca, 2012)

3. ANALIZA DRUŠTVENIH MREŽA

Unutar društvenih mreža postoje nestruktuirane veze među njenim korisnicima/učesnicima. Društvene mreže mogu se definisati kao veze grupa korisnika, objekata i događaja koji se nazivaju učesnicima ili nodovima od strane većine teoretičara na ovom polju (Ju & Wei, 2013). Ove veze nastaju spontano povezivanjem ljudi koji se međusobno već poznaju, ili se ne poznaju ali dele neka zajednička interesovanja i sposobnosti i mogu doprineti novoj perspektivi rešenja problema, ili optimizaciji procesa. Razlozi sa psihološkog aspekta su već ranije navedeni. Ukoliko se ovakva kolaborativna struktura posmatra unutar organizacije gde su učesnici povezani u grupe koje obavljaju ili rade na istim ili sličnim poslovnim zadacima, onda je to izvor znanja koji, ukoliko se pravilno interpretira može biti iskorišćen u samom dizajnu poslovnih procesa organizacije. Metodološki pristup analizi upotrebom alata za analizu UCINET detaljno su obradili Hanneman i Riddle opisujući kako se metričkim putem mogu izraziti veze među učesnicima, i prikazati grafovima (Hannemann & M., 2005). Da bi se postiglo što bolje razumevanje funkcionisanja procesa u cilju njihove optimizacije i unapređivanja, ključni faktor predstavljaju relacije među učesnicima koje se smatraju kanalima za upravljanje resursima, dok je njihova interakcija ograničena strukturom samih odnosa. Postoje dva pristupa kada se vrši analiza kolaborativnih mreža: posmatranje mreže kao celine, ili iz perspektive pojedinca (i njegove interakcije sa okruženjem). Busch i Fettke (2011) smatraju da je pristup mreže kao celine svrsishodniji od posmatranja pojedinca i njegovih direktnih relacija jer pruža vizuelizaciju procesa u organizaciji kao celini. Podaci se mogu prikupljati kroz ankete koje bi učesnici popunjavali, ili monitoringom aktivnosti koje oni sprovode na radnom mestu. Međutim, postoji mišljenje da ne treba u potpunosti odbaciti analizu relacija iz

perspektiva pojedinca, jer razumevanje mrežnih relacija pojedinca može biti od velike koristi u procesu implementacije procesa. Na ponašanje i aktivnosti pojedinca utiču njegove mrežne relacije unutar organizacije (Sykes, Venkatesh, & Gosain, 2009). Analiza ovih relacija može se izvršiti pomoću dodatka NodeXL koji se instalira uz Excel 2007/2010 program i čija namena je prikupljanje podataka o relacijama među korisnicima. Podaci se mogu sakupljati iz mejlova korisnika, Twitter naloga ili YouTube naloga (Hansen, 2011). Twitter kao društveni medij koga koriste poslovni korisnici posebno je pogodan jer se mogu analizirati veze među zaposlenima ili kupcima, i na taj način targetirati kasniji postovi. Na slici 3. prikazan je graf relacija dobijen na osnovu analize mejlova autora ovog rada, pri čemu je korišćeno filtriranje po ključnoj reči unutar teksta mejla. Analiza korišćenjem Twitter naloga mnogo bolje prikazuje spoljne relacije, odnosno uzajamne relacije između ostalih korisnika, a koje se mogu koristiti u analizi i optimizaciji poslovnih procesa. Treba napomenuti da su autori ovog dodatka omogućili izvoz podataka u tekst format koji se može kasnije koristiti u Ucinet alatu.



Slika 3: Graf relacija između korisnika po ključnoj reči unutar mejl poruke kreiran pomoću Excel dodatka NodeXL (www.codeplex.com/nodexl)

Vlasnik procesa može analizom grafova relacija doći do veoma važnih informacija o učesnicima koji imaju kompetencije i znanja koja mogu doprineti u upravljanju poslovnim procesima organizacije. Da bi se učesnici uposlili potreban je alat koji integriše attribute kolaborativnih mreža u modele poslovnih procesa, o čemu će biti reči u narednom delu rada. Ovakav pristup predstavlja reinžinjerinng procesa od dole prema gore, i ono što se može tvrditi proučavajući radove mnogih autora je siguran prelaz sa „top-down“ pristupa na „bottom-up“ (Göser et al. 2007).

Kao još jednu alternativu sinergije kolaborativnih alata i BPM tehnologija, treba navesti wiki alate. Wiki alati su platforma koja prikazuje kolektivno znanje o problematici ili temi, pa se kao takvi mogu koristiti za opise samih procesa pre njihove implementacije. Neumann i Erol (2009) predlažu korišćenje XoWiki okvira za implementaciju tokova posla unutar organizacije. XoWiki pruža i vizuelizaciju kolaboracije unutar wiki okvira u vidu grafova, gde su nodovima obeleženi pojedinci koji rade na istim procesima.

4. INTEGRACIJA KOLABORATIVNOSTI SA ALATIMA ZA MODELOVANJE PROCESA

U nastavku rada biće navedena dva dostupna rešenja koja u sebi nose kolaborativne elemente i osobine socijalnog pristupa u modelovanju poslovnih procesa. Ponuđena rešenja se ne smatraju kao konačna već kao alati koji su trenutno u upotrebi i mogu doprineti boljoj optimizaciji poslovnih procesa. Ono što je važno za oba alata je da su oni veb orijentisani, što znači da se koriste kao servis. Samim tim organizacija ne mora da brine o hardverskoj infrastrukturi, već je dovoljan računar povezan na internet da bi se aktivirao i koristio alat.

Signavio Process Editor je alat koji je dostupan u obliku softvera kao servis. Rešenje je komercijalno i pristupa mu se preko veb čitača. Podržava BPMN i EPC standarde za modelovanje procesa. Zanimljivo je da svaki procesni model dobija svoj jedinstveni URL preko kojeg se u veb čitač učitava sam model, kao i alati za modelovanje, što omogućuje kolaborativni pristup sistemu. Svi modeli se čuvaju u skladištu modela. Signavio je razvijen nad Oryx platformom otvorenog koda (Decker, Overdick, & Weske, 2008).

ARISalign je u punom smislu kolaborativni alat za modelovanje procesa koji unutar sebe integriše platformu pod nazivom ARI Community. Ova zajednica nastaje i širi se automatski kreiranjem naloga unutar ARISalign alata. Ovo omogućava vlasniku procesa da se uključi u proces modelovanja kao i učesnike koji poseduju potrebna znanja i mogu doprineti poboljšanju procesa. ARISalign ne zahteva desktop instalaciju, već se kao i Signavio pokreće u cloud okruženju u vidu softvera kao servis.

Workflow za agregaciju rezultata dobijenih analizom društvenih mreža

NodeXL alat koji je opisan u prethodnom poglavlju kao rezultat u vidu tabela ili grafova daje jasnu sliku o relacijama među učesnicima društvenih mreža. Ukoliko se jasno postave ključne reči koje su usko vezane za određene poslovne procese, moguće je analizom rezultata doći do baze korisnika koji bi predstavljali odličnu kolaborativnu mrežu za rad na modelovanju, praćenju i optimizaciji poslovnih procesa. U konkretnom primeru na slici 3., dobijene su mejl adresa korisnika koji su u telu poruke pominjali upravljanje lancima snabdevanja. Vlasnik procesa upravljanja lancem snabdevanja bi se nakon dobijenih rezultata uključio u modelovanje korisnike tako što bi ih dodao u ARIS komunu ili ih prijavio na mejl listu za rad u Signaviu. Na ovaj način stvorila bi se mreža učesnika koji svako na svoj način i svojim znanjem može doprineti unapređivanju i optimizaciji procesa. Ovo je jednostavan primer sa malim brojem nodova, ali ga treba posmatrati kao model primene ideje o agregaciji rezultata koje daje NodeXL, te povezivanje izdvojenih korisnika sa jednim od dva opisana alata za modelovanje poslovnih procesa. Tok posla za uključivanje korisnika dobijenih analizom rezultata društvenih mreža u proces modelovanja i optimizacije poslovnih procesa dat je na slici 4.



Slika 4: Predlog agregacije SNA rezultata i povezivanje korisnika u BPM okruženje

5. ZAKLJUČAK I BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

Rezultati ovog istraživanja pokazali su ozbiljnu tendenciju promene pristupa u upravljanju poslovnim procesima u vidu integracije kolaborativnosti u svim etapama ciklusa optimizacije i redizajna poslovnih procesa. Agilnost i smanjenje grešaka, koje ovakav pristup čini sastavnim delom modelovanja poslovnih procesa, su značajno uvećani. Analiza društvenih mreža daje veoma korisne podatke ukoliko se pravilno definišu kriterijumi pretrage. Na ovaj način vlasnik procesa može prilično jednostavno, upotrebom namenskog alata, formirati bazu potencijalnih učesnika u modelovanju i optimizaciji procesa. Alati za modelovanje koji funkcionišu kao veb servisi predstavljaju odlično rešenje za smanjenje troškova hardverske infrastrukture, eliminisanje troškova ulaganja u nabavku softvera, servisiranje i održavanje opreme.

Navedeni troškovni elementi predstavljaju nezanemarivo usko grlo u upravljanju poslovnim procesima u pojedinim državnim institucijama u Srbiji. Zbog toga bi u skorjoj budućnosti bilo korisno realizovati istraživanje o uvođenju kolaborativnog pristupa modelovanju procesa u obrazovanju, kao entitetu u kojem još uvek nije uspešno implementiran informacioni sistem koji bi zadovoljio sve ili bar većinu zahteva. Stav je autora da izostanak upravljanja znanjem i deljenje iskustava svih učesnika u procesu obrazovanja predstavlja ključni element neuspeha prethodnih pokušaja od strane Ministarstva prosvete. To je dovoljan razlog da se autori zalažu za kontinuitet ulaganja napora u istraživanja na ovom polju.

LITERATURA

- [1] Brambilla, M., Fraternali, P., & Vaca, C. (2012, January). BPMN and design patterns for engineering social BPM solutions. In *Business Process Management Workshops* (pp. 219-230). Springer Berlin Heidelberg.
- [2] Busch, P., & Fettke, P. (2011, January). Business Process Management under the Microscope: The Potential of Social Network Analysis. In *System Sciences (HICSS), 2011 44th Hawaii International Conference on* (pp. 1-10). IEEE.
- [3] Davis C. (2009). Study: Why do people join forums?. In *sparkBB*. Retrived May 25, 2013, from <http://www.sparkbb.com/free-forum-articles/study-why-do-people-join-forums.php>

- [4] Decker, G., Overdick, H., & Weske, M. (2008). Oryx—an open modeling platform for the BPM community. In *Business process management* (pp. 382-385). Springer Berlin Heidelberg.
- [5] Göser, K., Jurisch, M., Acker, H., Kreher, U., Lauer, M., Rinderle-Ma, S., ... & Dadam, P. (2007). Next-generation process management with ADEPT2.
- [6] Group, Miniwatts Marketing. (Jun 30, 2012). Internet Users in the World. In *Internet World Stats*. Retrived May 20, 2013, from <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- [7] Hanneman, R.; Riddle M. (2005). Introduction to social network methods. Retrived on May 25, 2013, from <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>
- [8] Hansen, D. L. (2011). Exploring social media relationships. *On the Horizon*, 19(1), 43-51.
- [9] Ho, C. T., Chen, Y. M., Chen, Y. J., & Wang, C. B. (2004). Developing a distributed knowledge model for knowledge management in collaborative development and implementation of an enterprise system. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 20(5), 439-456.
- [10] Houy, C., Fettke, P., & Loos, P. (2010). Empirical research in business process management—analysis of an emerging field of research. *Business Process Management Journal*, 16(4), 619-661.
- [11] Ju, P. H., & Wei, H. L. (2013, January). The Influence of User Social Network on User Participation in ERP System Implementation. In *System Sciences (HICSS), 2013 46th Hawaii International Conference on* (pp. 4094-4103). IEEE.
- [12] Latané, B., Eckman, J., & Joy, V. (1966). Shared stress and interpersonal attraction. *Journal of Experimental Social Psychology*, 1, 80-94.
- [13] Neumann, G., & Erol, S. (2009, January). From a social wiki to a social workflow system. In *Business Process Management Workshops* (pp. 698-708). Springer Berlin Heidelberg.
- [14] Schultze, U., & Orlikowski, W. J. (2004). A practice perspective on technology-mediated network relations: The use of Internet-based self-serve technologies. *Information Systems Research*, 15(1), 87-106.
- [15] Sykes, T. A., Venkatesh, V., & Gosain, S. (2009). Model of acceptance with peer support: A social network perspective to understand employees' system use. *MIS Quarterly*, 33(2), 371-393.
- [16] Weske, M. (2007). *Business process management - Concepts, Languages, Architectures*. Springer.
- [17] Wood J. (2011). Timeline: Social Media. In *Infoplease*. Retrived May 21, 2013, from <http://www.infoplease.com/science/computers/social-media-timeline.html>



PRIMENA DATA MINING-A U UPRAVLJANJU ODNOSIMA SA POTROŠAČIMA

APPLICATION OF DATA MINING IN CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT

VIŠNJA ISTRAT¹, SRĐAN LALIĆ²

¹ Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu, visnja.istrat@gmail.com

² Republički zavod za statistiku, Milana Rakića br. 5, Beograd, srdjan.lalic@stat.gov.rs

Rezime: Odlučivanje kao veoma značajna i kompleksna funkcija menadžmenta zahteva metode i tehnike koje olakšavaju proces opredeljivanja za jednu od više mogućnosti. Data mining predstavlja istraživanje i analizu velikih količina podataka da bi se otkrile značajne zakonitosti i šabloni. Centralna ideja upotrebe data mining tehnika u upravljanju odnosima sa potrošačima je da su podaci iz prošlosti relevantni za upotrebu u budućnosti. Osnovni cilj upravljanja odnosima sa potrošačima je stvoriti njihovu lojalnost i efektivno upravljati komunikacijom. U radu će se analizirati značaj i osnovne tehnike koncepta data mining-a koje pomažu proces odlučivanja u oblasti marketinga i customer relationship management-a. Predstaviće se praktična iskustva ove metodologije sa osvrtom na uticaj i benefite koje donose menadžmentu savremenih kompanija. Cilj istraživanja je dokazivanje da data mining koncept ima strateški značaj u povećanju efektivnosti procesa odlučivanja.

Cljučne reči: Data Mining, Upravljanje Odnosima sa Potrošačima

Abstract: Decision-making process is very significant and complex management function that requires methods and techniques that simplify the process of choosing one of more alternatives. Data mining is research and analysis of large amounts of data to reveal significant patterns. Central idea of data mining techniques in customer relationship management are data from the past relevant to be used in the future. Main goal of customer relationship management is to create the loyalty and effective communication. In the paper there will be analysed the significance and basic techniques of data mining concept that help the process of decision-making in the field of marketing and customer relationship management. There will be presented the practical examples of this methodology with the accent to the influence and benefits that improve the management of modern companies. The goal of research is to prove that data mining concept has strategic value in increasing effectiveness of decision-making process.

Keywords: Data Mining, Customer Relationship Management

1. OSNOVNE KARAKTERISTIKE DATA MINING KONCEPTA

Data mining predstavlja istraživanje i analizu velikih količina podataka da bi se otkrili značajni šabloni i pravila. Kako bi se povećala produktivnost savremenih kompanija, cilj je poboljšanje marketinga, prodaje i operacija za podršku potrošačima kroz bolje razumevanje samih potrošača. Data mining tehnike i alati imaju široku oblast primene – od prava, astronomije, medicine, preko industrijske procesne kontrole. U stvari, teško da je ijedan data mining algoritam prvobitno osmišljen sa komercijalnom upotrebom kao svrhom. Izbor određene kombinacije tehnika koje se koriste u određenoj situaciji zavisi od prirode zadatka pretraživanja, od vrste raspoloživih podataka i veština i preferencija samog pretraživača. Data mining može biti direktan i indirektan. Direktan pokušava da objasni ili kategorizuje određene ciljne oblasti, kao što su novčani prilivi; indirektan pokušava da pronađe šablone ili sličnosti među grupama podataka bez korišćenja određene ciljne oblasti ili kolekcije ili predefinisanih klasa.

Data mining je uglavnom orijentisan na stvaranje modela. Model je jednostavno algoritam ili set pravila koji povezuje kolekcije input-a (ulaznih elemenata) sa određenim ciljem ili izlaznim elementima. Regresija, neuronske mreže, stabla odlučivanja i većina ostalih tehnika su orijentisane na kreiranje modela. Pod pravim okolnostima, model može da rezultuje uvidom u pružanje objašnjenja kako izlazni elementi određenog interesa, kao što su precizna porudžbina ili neuspešno plaćanje računa, su povezani i mogu se predvideti raspoloživim činjenicama. Modeli se takođe koriste da bi se dobili rezultati. Rezultat predstavlja način izražavanja pronalazaka modela jednostavnim brojevima. Rezultati se mogu koristiti da bi se sortirala lista

potrošača od najviše do najmanje lojalnih, najviše ili najmanje voljnih da saraduju, ili na primer, vrate pozajmicu. Data mining proces se naziva i pronalazak znanja (*Knowledge Discovery*) ili pronalazak znanja u bazama podataka KDD (*Knowledge Discovery in Databases*). Jedan od češćih naziva je i stvaranje znanja (*Knowledge Creation*).

1.1. Koji zadaci se mogu rešavati data mining metodologijom?

Mnogi zadaci vezani za intelektualnu, ekonomsku i poslovnu oblast mogu se podeliti u šest vrsti:

- Klasifikacija
- Estimacija (procena)
- Predviđanje
- Grupisanje prema afinitetu
- Klasterovanje
- Opisivanje i profilisanje

Prve tri vrste su opis direktnog data mining-a, gde je cilj pronaći vrednost određene ciljne varijable. Grupisanje prema afinitetu i klasterovanje su indirektni zadaci gde je cilj pronaći strukturu u podacima bez obzira na određenu vrednost varijabli. Profilisanje je deskriptivan zadatak koji može biti direktan ili indirektan. Data mining se koristi da bi se promovisalo zadržavanje kupaca u svakoj industriji gde oni mogu slobodno da promene dobavljača sa malo troškova i gde su konkurenti voljni da ih preuzmu. To je veliki problem. Dobijajući razumevanje o tome *ko* će verovatno otići i *zašto*, može se razviti plan zadržavanja kupaca koji rešava prave probleme i cilja na prave kupce. Na većini tržišta, pridobijanje novog kupca košta više nego zadržavanje starog. Međutim, ponuda koja treba da se ponudi kupcima da bi se zadržali takođe je skupa. Data mining je rešenje na odgovor koji kupci treba da dobiju ponudu, koji ne treba da je dobiju, i koje treba pustiti da odu.

U mnogim industrijama, neki potrošači koštaju više nego što vrede. To mogu biti kupci kojima je potrebno puno resursa za podršku kupcima bez velike kupovine. Ili oni koji vrlo retko koriste kreditnu karticu. Ili oni koji proglašavaju bankrot, a duguju dosta novca kompaniji. Identične data mining tehnike se koriste da se primete najvredniji kupci, kao i da se izaberu oni koji treba da se stave na listu čekanja ili da se izbrišu iz mailing liste.

2. ZNAČAJ KONCEPTA UPRAVLJANJA ODNOSIMA SA KLIJENTIMA U SAVREMENOM POSLOVANJU

Savremene kompanije prihvataju nov koncept poznat pod nazivom upravljanje odnosima sa kupcima ili CRM. Ovo je strategija za postizanje konkurentne prednosti. CRM (*Customer Relationship Management*) predstavlja kombinaciju poslovne strategije i tehnologije koje povezuju zaposlene raspoređene na različitim funkcijama u organizaciji sa ciljem da kroz koordinisani napor uvećaju vrednost isporučenu klijentima.

CRM, odnosno upravljanje odnosima sa klijentima je usklađivanje poslovnih strategija, organizacione strukture i kulture preduzeća, informacija o klijentima i informacionih tehnologija sa ciljem da se u svim kontaktima sa klijentima zadovolje njihove potrebe i ostvare poslovna korist i profit. CRM je poslovna strategija koja daje odgovor na pitanje na koje mnoga preduzeća često ne znaju da odgovore. Preduzeća znaju da kažu koliko imaju sklopljenih ugovora ili koliko transakcija dnevno obrađuju, koliki je njihov udeo na tržištu u poređenju sa konkurencijom, ali ne znaju tačno koliko pojedinih klijenata imaju, koju količinu proizvoda imaju pojedini klijenti i da li klijent lako ili teško dobija odgovor na postavljena pitanja, odnosno da li uopšte komunicira sa preduzećem. Činjenica je da većina preduzeća ne zna kada i zašto ih klijenti napuštaju. Preduzeće mora promeniti način mišljenja, kulturu i organizacionu strukturu tako da sva odeljenja u preduzeću deluju usklađeno, najveću pažnju poklanjaju klijentu i sa njim grade odnos koji dugoročno gledano preduzeću donosi dobit.

Tabela 1: Razlike između kompanija koje primenjuju i ne primenjuju CRM

Kompanije koje nemaju CRM	Kompanije sa CRM-om
<ul style="list-style-type: none"> • U proseku izgube 50% svojih klijenata svakih pet godina, • oko 65% od svih izgubljenih klijenata odlazi zbog loše usluge i komunikacije, • troškovi pridobijanja novog klijenta su 5 puta viši nego troškovi zadržavanja starog. 	<ul style="list-style-type: none"> • rastu skoro 60% brže od konkurencije koja nema razvijen CRM, • proširuju tržište za 6% godišnje, • naplaćuju 10% više za svoje proizvode, • ostvaruju povratak na investiciju (ROI) od 12%, • povećanje odanosti klijenata za 5% može da rezultira u povećanju profitabilnosti od 25% - 85%.

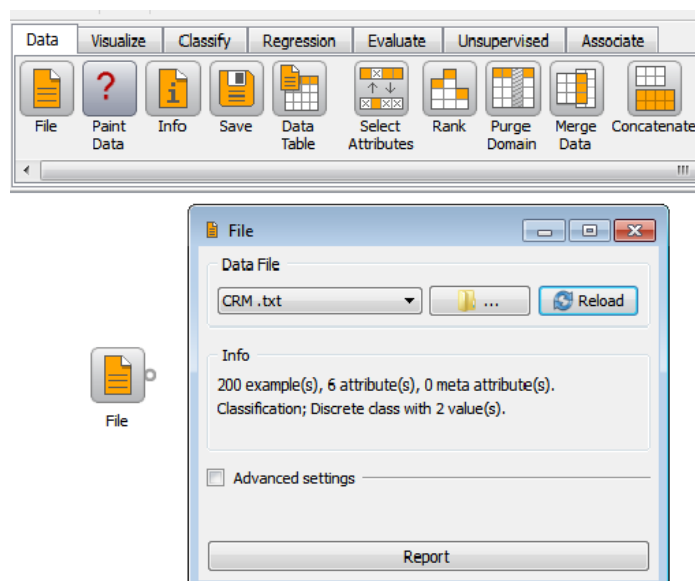
Uvođenjem CRM strategije dobija se konkurentna prednost, pobeđuje konkurenciju, osvajaju inostrana tržišta i još mnogo toga. Potrebno je anticipirati šta je sve potrebno da se promeni i primeni, da bi sistem pratio potrebe sve zahtevnijeg globalnog tržišta. Ključni korak je ubediti sve značajne grupe u preduzeću u potrebu za primenom CRM strategije i shvatiti da CRM strategija predstavlja investiranje u budućnost.

3. APLIKATIVNA PRIMENA DATA MINING-A U UPRAVLJANJU ODNOSIMA SA POTROŠAČIMA PRIMENOM SOFTVERA „ORANGE“

Aplikativni softver „Orange“ razvijen u Sloveniji predstavlja veoma popularan alat za data mining koji služi kao pomoć menadžerima kao podrška u procesu odlučivanja. Orange, kao vrlo pogodan i user-friendly softver sadrži mnogobrojne opcije za rad sa podacima, stvaranje modela, testiranje, vizuelizacija podataka, primenu rešenja... Program funkcioniše povezivanjem čvorova koje su opcije data mining-a i svaki ima svoju namenu. Međutim, ne može se svaki čvor povezati sa svakim, stoga se mora obraćati pažnja na ulazne i izlazne podatke. Jedna od prepoznatljivih tehnologija otkrivanja zakonitosti u podacima je CRISP-DM metodologija. Ova metodologija sastoji se iz sledećih faza:

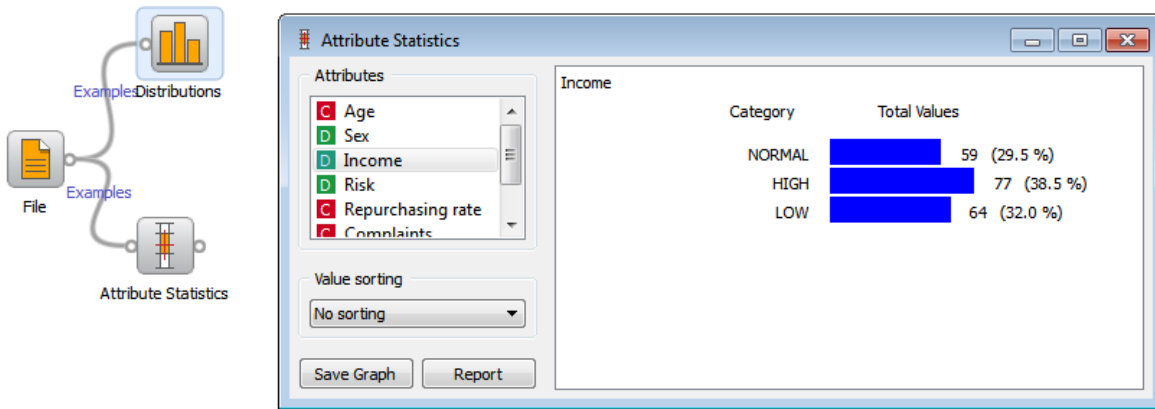
1. Razumevanje poslovnog problema (Business understanding)
2. Razumevanje podataka (Data understanding)
3. Priprema podataka (Data transformation)
4. Modelovanje rešenja (Modeling)
5. Evaluacija rešenja (Evaluation)
6. Primena rešenja (Deployment)

Orange ima opcije za svaku od ovih faza metodologije CRISP-DM. U ovom radu opisan je primer poslovnog problema da li su klijenti sa određenim atributima pogodni za marketing i CRM aktivnosti kompanije ili ne. Izvršena je priprema podataka sa ciljem stvaranja uspešnog modela klasifikacije klijenata kao CRM pogodne ili ne. Izvršena je validacija dobijenog projektnog rešenja, kao i njegova primena u praksi.



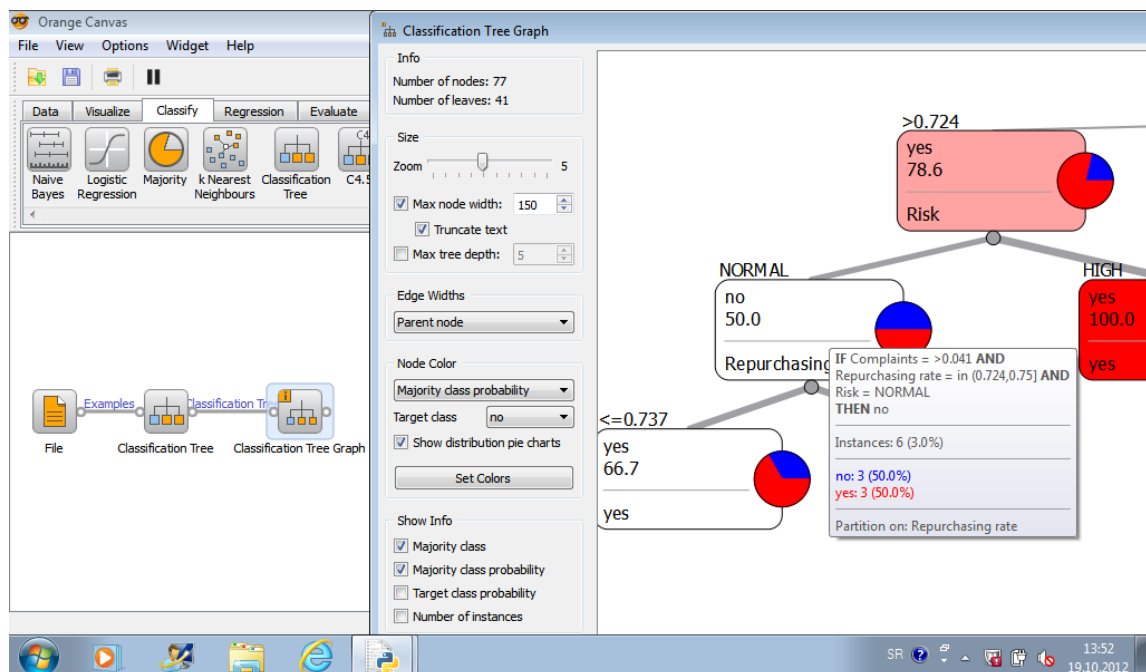
Slika 1: Radna površina softvera Orange sa početnim korakom učitavanja podataka

Na slici 1 uočavamo radnu površinu softvera Orange. Na liniji sa alatima je glavni meni sa funkcijama projekta. Aplikativni softver Orange ima brojne funkcije data mininga: učitavanje podataka, vizuelizacija, klasifikacija, procena, evaluacija, asocijativna pravila. Na radnoj površini ubacuje se tabela CRM u čvor fajl za dalju obradu.



Slika 2: Prikaz vizuelizacije podataka

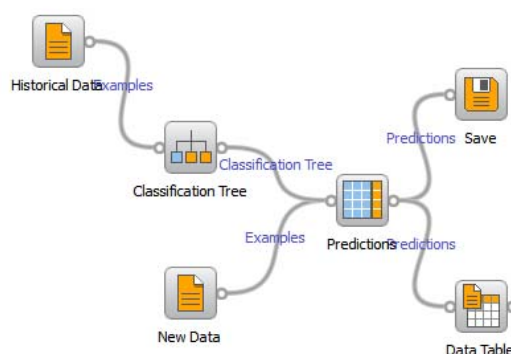
Slika broj 2 prikazuje primer vizuelizacije podataka u *Orange*-u uz pomoć čvora *Attribute Statistics*. Korisnik dobija mogućnost grafičkog prikaza biranih atributa, radi lakšeg uočavanja paterna. Koriste se podaci iz pre-definisanih tabela. Na primeru zaključujemo da najveći procenat kompanijinih klijenata (38,5 %) ima visoku zaradu, zatim sledi 32% sa niskom zaradom i najmanje je klijenata sa normalnom (prosečnom) zaradom. Zaključuje se da je potrebno napraviti različite marketing i CRM aktivnosti, koje se posle usmeravaju ka određenoj kategoriji klijenata. Vizuelizacija podataka se, takođe, može uspešno odraditi uz pomoć čvora *Distributions*.



Slika 3: Grafik generisanog stabla

Problem klasifikacije predstavlja problem kreiranja načina za svrstavanje objekata (slučajeva) u ispravnu klasu. Postoji više algoritama za kreiranje modela za klasifikaciju, a u ovom dostupni su kroz čvorove grupe *Classify*. Jedan od najpopularnijih i najpreglednijih načina klasifikovanja u ovom programu je putem čvora *Classification Tree*. Fajl sa podacima je potrebno povezati sa čvorom *Classification Tree*, koji dalje povezujemo se čvorom *Classification Tree Graph* da bismo generisali stablo klasifikacije. Informacije o klasi se nalaze u izlaznom atributu da li je klijent CRM podoban ili ne. Uočavamo način na koji model određuje CRM podobnost klijenta. Ako su žalbe više od 0,041 %, a stopa ponovne kupovine je 0,724 i rizik je normalan, tada je zaključak da klijent nije CRM podoban. Međutim, treba uzeti u obzir ograničenje da je prema podacima iz prošlosti odnos bio 50:50 %

Pre upotrebe modela, poželjno je ispitati kvalitet istog, kako bi se dobio nivo sigurnosti sa kojim se model može primenjivati. Proces u kome se kvalitet modela testira upotrebom nad podacima se zove validacija. Da bi se validacija izvršila koristimo čvor Test Learning, koji na ulazu zahteva trening podatke i test podatke, kao i stablo klasifikacije. Trening podaci su oni na kojima je izgrađen model klasifikacije, a test podaci su novi podaci koji proveravaju kvalitet dobijenog modela.



Slika 4: Postupak funkcije čvora Predictions u predviđanju modela

Model klasifikacije se može koristiti u budućnosti za predviđanje da li budućim klijentima na osnovu atributa treba usmeravati marketing i CRM napore ili ne. Dalje, potrebno je ubaciti čvor fajl koji učitava nove podatke na koje se putem čvora *Predictions* primenjuje data mining u određivanju zakonitosti. Na kraju se koriste čvorovi *Data Table* za prikaz dobijenih podataka, i čvor *Save* za čuvanje istog.

4. ZAKLJUČAK

Data mining predstavlja značajnu komponentu analitičkog customer relationship management-a, čiji je cilj da se stvori u najvećoj mogućoj meri, bliska uzajamna veza između uspešnog malog biznisa i kupaca. Kompanijina interakcija sa kupcima generiše velike količine podataka. Podaci se tada mogu skupiti, srediti i sumirati za uključivanje u skladište podataka potrošača. Data mining alati se mogu primeniti na ovaj istorijski podatak da bi se naučile stvari o kupcima koje će omogućiti kompaniji da im bolje služi u budućnosti. Data mining je proces pronalaska korisnih šablona i pravila u velikim količinama podataka. Postoje šest osnovnih data mining zadataka: klasifikacija, estimacija, predviđanje, grupisanje prema afinitetu, klasterovanje i profilisanje. Da bi bile uspešne, data mining tehnike moraju da postanu integralni delovi većih poslovnih procesa.

Celokupne strategije marketinga i upravljanja odnosima sa klijentima moraju da budu orijentisane na korišćenje data mining tehnika. Povećanje efektivnosti odlučivanja kao kompleksnog proces donošenja odluka koje najbolje odgovaraju zadatim kriterijumima može da se pomogne pravilnom upotrebom data mining tehnika. Potrebno je da menadžeri poseduju savremeno, multidisciplinarno znanje iz oblasti informacionih tehnologija, data mining-a i upravljanja odnosima sa klijentima kako bi proces odlučivanja rezultirao odlukama koje su najprihvatljivije za određene poslovne izazove. Aplikativni softver *Orange* se pokazao kao vrlo pouzdan u korišćenju data mining tehnika. Dakle, treba ga primenjivati kao alat za podršku odlučivanju u savremenom poslovanju jer doprinosi povećanju efektivnosti donetih odluka.

LITERATURA

- [1] Cleveland B., (2009). Call Centar Management on Fast Forward. United Business Media. ICMNI press. USA
- [2] G. Raab, R. Ajami, V. Gargeya, G. Goddard, (2008). Customer Relationship Management. a Global Perspective. Ashgate Publishing Group. Surrey. Great Britain
- [3] K. Thearling, (2010). Data Mining for CRM. Data Mining and Knowledge Discovery Handbook. Springer Science & Business Media
- [4] M. Bramer, (2007). Principles of Data Mining. Springer London limited
- [5] M. Suknović, B. Delibašić, (2010). Poslovna inteligencija i sistemi za podršku odlučivanju, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
- [6] M. Čupić, M. Suknović, (2008). Odlučivanje, Fakultet organizacionih nauka. Beograd
- [7] M. Berry, G. Linoff, (2004). Data Mining Techniques for Marketing. Sales and Customer Relationship Management. Wiley Publishing inc. USA



PROBLEM NEDOSTAJUĆIH PODATAKA U ISTRAŽIVANJU PODATAKA

PROBLEM OF MISSING DATA IN DATA MINING

JASNA SOLDIĆ-ALEKSIĆ

Ekonomski fakultet, Beograd, jasnasoldic@eunet.rs

Rezime: Cilj ovog rada jeste da predstavi problem nedostajućih podataka u procesu istraživanja podataka (data mining – DM). Reč je o važnom pitanju kvaliteta podataka sa kojim se suočava najveći broj istraživača u praktičnim istraživanjima. U radu su prikazani osnovni mehanizmi generisanja nedostajućih podataka, a zatim osnovne podele metoda koje tretiraju nedostajuće podatke. Najpre su predstavljene tradicionalne metode, a zatim dve najpoznatije metode koje imaju solidnu statističku osnovu – metoda “maksimizacije očekivanja” i metoda višestrukog unošenja nedostajućih vrednosti. Takođe je ukazano na specifičnosti pojedinih metoda mašinskog učenja u tretiranju nedostajućih podataka.

Cljučne reči: istraživanje podataka, metoda maksimizacije očekivanja, metoda višestrukog unošenja vrednosti, metode mašinskog učenja.

Abstract: The main goal of this paper is to present the problem of missing data in data mining process. It is an important data quality issue and the great majority of researchers are faced with it in practical work. At the first place, the main missing data mechanisms and the classification of missing data treatment methods are discussed. Apart from the more traditional methods, the particular attention was given to the two most prominent methods with solid statistical foundation - Expectation Maximization – EM method and Multiple Imputation method. Also, some specifics of particular machine learning methods regarding the missing data treatment were emphasized.

Keywords: Data Mining, Expectation Maximization method, Multiple Imputation method, Machine Learning methods.

1. UVOD

U literaturi se mogu naći mnogobrojne definicije procesa istraživanja podataka – *Data Mining (DM)*, u kojima dominira stav da se radi o višestapnom ili višefaznom postupku. Fayyad and Simoudis (Vinod, N.C. at.al., 2011) navode da se ovaj process sastoji od pet koraka. Prvi korak se odnosi na izdvajanje (selektovanje) podataka koji će biti predmet istraživanja. Drugi korak je pretprocesiranje podataka, što podrazumeva prečišćavanje podataka, tj. uočavanje: nedostajućih podataka, netipičnih podataka (*outliers*), ekstremnih vrednosti, nekonzistentnosti u podacima i sl. Treći korak je usmeren na prevođenje prečišćenih podataka u odgovarajući format, koji je pogodan za primenu pojedinih DM tehnika. Četvrti korak se odnosi na primenu konkretne DM tehnike za otkrivanje znanja, koje se u petom koraku interpretira i ocenjuje sa stanovišta donošenja konkretnih odluka. Prema jednoj studiji (Cios K.J. and Kurgan L., 2002.) oko 20% ukupnih aktivnosti vezanih za istraživanje podataka odnosi se na razumevanje problema i podataka, 60% na pripremanje podataka i 20% na samo istraživanje podataka i analizu znanja. Zašto se toliko vremena posvećuje fazi pripremanja podataka? Upravo zbog niza pitanja koja se tiču kvaliteta podataka, od kojih se jedno odnosi na nedostajuće podatke. Može se reći da je prisustvo nedostajućih podataka veoma često u praktičnim istraživačkim DM poduhvatima. Na koji način se ovaj problem tretira? U literaturi prevladuje sledeći stav: ako je procenat nedostajućih podataka manji od 1% smatra se da to nije veliki problem za DM proces; 1-5% nedostajućih podataka se može rešiti primenom uobičajenih tradicionalnih tehnika, 5-15% zahteva sofisticirane tehnike, a preko 15% može ozbiljno da utiče na interpretaciju rezultata.

2. MEHANIZMI GENERISANJA NEDOSTAJUĆIH PODATAKA

Prema statističarima mehanizmi koji generišu pojavljivanje nedostajućih podataka mogu biti različiti (Gustavo, Batista, Monard, 2003). Little and Rubin, (2002) su definisali listu mehanizama nedostajućih podataka, koja je opšte prihvaćena od strane širokog kruga istraživača. U pitanju su sledeći mehanizmi:

- Nedostajući podaci koji se javljaju u potpunosti na slučajan način (*Missing completely at random - MCAR*). Ovo je najviši nivo slučajnosti pojavljivanja nedostajućih podataka. Kod ovog mehanizma, verovatnoća nedostajućeg podatka za bilo koji atribut ne zavisi od same vrednosti koja nedostaje i ne zavisi od bilo koje druge promenljive, kao ni od razloga za nedostajanje, koji je u potpunosti slučajan. U ovom slučaju bilo koja metoda koja se bavi nedostajućim podacima može biti primenjena bez bojazni od unošenja pristrasnosti u analizu. Međutim, ovaj mehanizam se relativno retko javlja u praktičnim istraživanjima, i obično se tretira u statističkoj teoriji.
- Slučajan način pojavljivanja nedostajućih podataka (*Missing at random - MAR*). Kod ovog mehanizma verovatnoća nedostajućeg podatka za jedan atribut ne zavisi od same vrednosti atributa, ali zavisi od poznatih vrednosti drugih atributa. Ovaj mehanizam se često sreće u praksi i, obično kada se govori o nedostajućim podacima, podrazumeva se da je reč o njemu.
- Mehanizam generisanja nedostajućih podataka nije slučajan (*Not missing at random - NMAR*). U ovom slučaju nedostajući podatak zavisi od same vrednosti koja nedostaje.

Postoji nekoliko procedura pomoću kojih se može odrediti koji je mehanizam nedostajućih podataka prisutan. Naime, za svaku promenljivu, može se izvršiti provera da li postoji značajna razlika u podacima između pojedinaca (u opštem slučaju opservacija) koji su, na primer, odgovorili na neko pitanje (pitanja) i pojedinaca koji nisu odgovorili na to pitanje (ili pitanja). U tom smislu može se primeniti niz statističkih testova – *t*-testova ili nekih neparametarskih testova, kao i nešto složenija analiza, kao što je na primer, logistička regresiona analiza. U okviru ove analize može se oceniti da li postoje značajne razlike u vrednosti više promenljivih, između ispitanika koji su odgovorili na neko pitanje i ispitanika koji nisu odgovorili na pitanje. Nesignifikantni rezultati mogu pokazati da se radi o slučajno nedostajućim podacima. U suprotnom, može se zaključiti da postoji statistički značajna razlika u vrednostima neke promenljive za opservacije sa nedostajućim podacima i opservacije koje imaju kompletne podatke. Takođe može se primeniti Little-ov MCAR test, koji se zasniva na χ^2 statistici i kod koga je nulta hipoteza da se radi o MCAR mehanizmu nedostajućih podataka. Ovaj test je uključen u standardne statističke računarske pakete. U IBM SPSS paketu pojavljuje se u okviru MVA (*Missing Value Analysis*) procedure.

Interesantno je navesti kakvo je statističko stanovište pri tretiranju nedostajućih vrednosti. Za statističko razmatranje je bitno da se pri tretiranju nedostajućih podataka raspodela podataka ne menja. Naime, za bilo koji metod tretiranja nedostajućih podataka, važno je da su zadovoljena sledeća pravila (Liu Peng, Lei Lei, 2004):

- Ocenjivanje nepoznatih parametara bez pristrasnosti. Drugim rečima to znači da tretmanom nedostajućih podataka ne bi trebalo da se menja raspodela podataka.
- Sačuvati veze (relacije povezanosti) između različitih atributa, tj. promenljivih.
- Voditi računa o troškovima. Poznato je da su neke metode veoma kompleksne i vremenski zahtevne, te stoga nisu praktične za primenu u realnim aplikacijama.

3. ZNAČAJNE METODE ZA TRETIRANJE NEDOSTAJUĆIH PODATAKA

U literaturi se može naći više podela metoda koje se bave pitanjem nedostajućih podataka. Jedna od čestih klasifikacija metoda jeste podela na tri grupe (Li, D. et.al. 2004):

- Ignorisanje i brisanje nedostajućih podataka (*listwise deletion* ili *pairwise deletion*);
- Parametarsko ocenjivanje, kada se koriste različite varijante algoritma „maksimizacije očekivanja” - EM algoritma da se ocene parametri u prisustvu nedostajućih podataka;
- Treća grupa su metode koje se bave nekim vidom unošenja - imputacije nedostajućih vrednosti. U okviru ove treće grupe postoji veliki broj metoda, bilo da se radi o jednostrukoj imputaciji (*single imputation*), ili da se radi o višestrukoj imputaciji (*multiple imputation*).

Takođe nailazimo na podelu metoda na one koje vrše zamenu nedostajućih vrednosti pre DM procesa - *pre-replacing methods*, i one koje tretiraju nedostajuće vrednosti u toku samog DM procesa - *embedded methods* (Fujikawa, Y, TuBao Ho - (<http://www.jaist.ac.jp/~bao/papers/N122.pdf>)). Takođe, u literaturi se mogu naći i mnoge komparativne studije vezane za efikasnost primene dve grupe metoda: statistički zasnovane metode versus metode mašinskog učenja.

3.1. Brisanje opservacija

U praktičnim istraživanjima, u kojima se koriste različiti softverski programi, često se primenjuje metoda za brisanje opservacija koje imaju nedostajuće podatke. Uglavnom je reč o dve opcije: brisanje opservacije sa nedostajućim podacima od analize do analize (*casewise deletion*, *pairwise deletion*), ili brisanje opservacije koja ima bilo koju nedostajuću vrednost (*listwise deletion*). Mada se ova metoda često primenjuje, ona ima

ozbiljnih nedostataka: a) može da dovede do značajnog smanjenje broja opservacija za analizu; b) veoma često nije prisutan slučajan model nedostajućih podataka, pa se po pravilu na ovaj način dobijaju pristrasne ocene parametara koji se ocenjuju.

3.2. Metode supstitucije nedostajućih podataka jednom vrednošću (*single imputation*)

Ovoj grupi metoda pripada nekoliko tradicionalnih metoda, koje imaju veoma dugu istoriju primene u praksi. Reč je o metodama zamene nedostajućih vrednosti sa nekom jednostavnom statistikom (prosečna vrednost, medijana, modus i sl.), kao i o specifičnoj metodi *hot (cold) deck imputation* i regresionoj metodi za zamenu nedostajućih vrednosti.

3.2.1. Zamena nedostajućih vrednosti sa prosečnom vrednošću (modusom)

Kod ovog načina tretiranja nedostajućih podataka, u slučaju numeričkih promenljivih (atributa) nedostajuće vrednosti se zamenjuju sa prosečnom vrednošću, a ako se radi o kategorijskoj promenljivoj, tj. atributu, nedostajuća vrednost se zamenjuje modusom. U nekim slučajevima se umesto prosečne vrednosti koristi medijana, kako bi se otklonio uticaj ekstremnih vrednosti. Međutim, u svim ovim slučajevima javljaju se izvesni problemi: s obzirom na činjenicu da se koristi konstantna vrednost za zamenu svih nedostajućih vrednosti menja se raspodela podataka, a takođe i veze koje postoje između originalnih promenljivih; veštački se smanjuje varijabilitet promenljivih, dolazi do pristrasnosti u ocenjivanju, potcenjuju se greške u ocenjivanju jer raste veličina uzorka, a suštinski se ne unose nove informacije u model.

3.2.2. Hot (cold) deck imputation (HDI)

Metoda *Hot deck imputation* se karakteriše time da se nedostajuće vrednosti zamenjuju vrednostima iz datog skupa podataka (izvora podataka koji se razmatra). Ova metoda se sprovodi u dve faze: a) raspoloživi podaci se dele u klustere; b) nedostajući podaci se tretiraju u okviru klastera, tako što se na mesto nedostajućih vrednosti unose prosečne vrednosti ili modus koji se odnose na konkretan klaster. Ova metoda je bila uspešno primenjena 50-tih godina u Americi od strane centralne agencije za sprovođenje popisa. Kod varijante *Random Hot deck* zamena nedostajuće vrednosti se vrši na slučajan način u okviru klastera. Za varijantu *Cold deck imputation* je karakteristično da se vrši zamena nedostajućih podataka sa vrednostima koje potiču iz drugog izvora podataka, dakle ne pripadaju podacima koji se analiziraju (Altmayer, L., 2010). Danas su ove jednostavne tehnike zamenjene sa tehnikom imputacija podataka najbližeg suseda - *nearest neighbour hot deck imputation*, ili sa metodom *approximate Bayesian bootstrap*.

3.2.3. Regresiona metoda

Kod regresione metode zamene nedostajućih podataka koristi se regresioni model za predviđanje vrednosti nedostajućih podataka na osnovu vrednosti drugih promenljivih u datom skupu podataka. Dakle osnovna pretpostavka primene ove metode jeste da postoji linearna veza između promenljivih (atributa) u datom skupu podataka. Ovaj pristup je posebno bio popularan 80-tih godina prošlog veka, jer ima značajnu prednost u odnosu na jednostavnu zamenu nedostajućih vrednosti sa prosečnom vrednošću, medijanom ili modusom, dakle jednom statistikom. Međutim, pretpostavka o linearnosti, na kojoj počiva ova metoda, najčešće nije ispunjena, pa predviđanje nedostajućih podataka na linearan način unosi pristrasnost u model. Kod regresionog modela se pojavljuje još jedan problem, koji je vezan za činjenicu da se u model ne uključuje rezidualna varijansa, tj. greška modela. To znači da nije obezbeđen neophodan stepen neizvesnosti u podacima. U pokušaju da se prevaziđe ovaj problem koristi se stohastička regresija, kod koje se u regresioni model uključuje prosečna regresiona varijansa kako bi se uključila greška, ili se na svaku predviđenu vrednost dodaje na slučajan način izabran rezidual za kompletne podatke, ili se dodaje slučajno odstupanje iz normalne, ili t raspodele. Na ovaj način se smanjuje pristrasnost koja je bila prisutna kod običnog regresionog modela.

Mada se mnoge prethodno navedene metode, poznate pod imenom naivne metode, nalaze u većini softverskih paketa kao opcije koje se podrazumevaju, mnogi od ovih paketa sadrže i statistički bolje utemeljene metode, koje se ne koncentrišu samo na identifikovanje zamena za nedostajuće vrednosti, već je akcenat na korišćenju informacija iz svih podataka, posebno u cilju očuvanja veza između promenljivih u kompletnom skupu podataka. U ovom smislu koristi se metoda ocenjivanja pomoću maksimalne verodostojnosti. Ova metoda ima solidnu statističku osnovu, ali se kod njene primene podrazumeva poznavanje raspodele posmatrane pojave i relativno je komplikovana za primenu za manje iskusne istraživače. Druga statistički utemeljena metoda se zasniva na primeni EM algoritma.

3.3. Metoda “maksimizacije očekivanja” (*Expectation Maximization - EM method*)

EM metoda je statistička metoda pomoću koje se u iterativnom postupku nalaze ocene maksimalne verodostojnosti (ML ocene), ili maksimalne *a posteriori* ocene (MAP ocene) parametara statističkog modela, koji suštinski zavisi od nedostajućih podataka ili latentnih promenljivih koje se ne mogu opažati. Naime radi se o iterativnom algoritmu koji uključuje sledeće korake:

- Svaka nedostajuća vrednost se zamenjuje sa odgovarajućom ocenom, koja se dobija kao uslovno očekivanje.
- Ocenjuju se parametri modela koristeći “kompletne podatke”.
- Ponovo se ocenjuju nedostajuće vrednosti koristeći ažurirane parametre.
- Vršiti se ažuriranje parametara ponovo.
- Ponavlja se procedura sve do konvergencije.

Neka Y predstavlja slučajan vektor čija je realizacija y – vektor raspoloživih podataka. Njegova raspodela je data u obliku $g(y; \theta)$, gde je $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_d)$ vektor nepoznatih parametara iz parametarskog prostora Ω . Neka se sa x označi vektor koji se sastoji od proširenih podataka, tj. potpunih podataka, a sa z vektor nedostajućih podataka. Neka je $g_c(x; \theta)$ raspodela slučajnog vektora X čija je realizacija označena sa x . Logaritam funkcije verodostojnosti je funkcija parametra θ , tj. dat je sa:

$$\text{Log}L_c(\theta) = \log g_c(x; \theta) \quad (1)$$

Ukoliko $\text{log}L_c(\theta)$ nije raspoloživo (neki podaci nedostaju), vrši se zamenjivanje nedostajućih podataka sa uslovnim očekivanim vrednostima u odnosu na vektor raspoloživih podataka y , pri čemu se koriste tekuće ocene parametara θ . Ako je $\theta(0)$ početna vrednost za θ , onda se u prvoj iteraciji vrši sledeće izračunavanje uslovnog očekivanja:

$$Q(\theta; \theta(0)) = E_{\theta(0)}\{\log L_c(\theta) | y\} \quad (2)$$

Zatim se u sledećem koraku maksimizacije vrši maksimiziranje $Q(\theta, \theta(0))$ u okviru parametarskog prostora Ω . Na taj način se bira $\theta(1)$ za koje važi sledeće:

$$Q(\theta(1); \theta(0)) \geq Q(\theta; \theta(0)) \quad (3)$$

za svako θ koje pripada Ω . Zatim se nastavlja sa iterativnom primenom koraka “očekivanja” i “maksimizacije”, pri čemu se $\theta(0)$ zamenjuje sa $\theta(1)$, koje postaje tekuća ocena. U opštem obliku za $k+1$ iteracija imamo sledeće korake:

Korak očekivanja: izračunava se $Q(\theta, \theta(k))$, gde je

$$Q(\theta; \theta(k)) = E_{\theta(k)}\{\log L_c(\theta) | y\} \quad (4)$$

Korak maksimizacije: bira se $\theta(k+1)$ kao vrednost za θ iz prostora Ω , tako da se maksimizira $Q(\theta, \theta(k))$, tako da važi:

$$Q(\theta(k+1); \theta(k)) \geq Q(\theta; \theta(k)) \quad (5)$$

Iterativni postupak primene koraka “očekivanja” i koraka “maksimizacije” sprovodi se sve dok razlika vrednosti parametara u uzastopnim iteracijama ne postane dovoljno mala.

EM algoritam je pogodan da se koristi u slučajevima MCAR i MAR mehanizma nedostajućih podataka, a nije pogodan za primenu kada tip nedostajućih podataka nije slučajan.

3.4. Metoda Višestrukog unošenja podataka - *Multiple Imputation (MI)*

Pored EM algoritma metoda višestrukog unošenja podataka (*Multiple Imputation - MI*) je stekla status najozbiljnije metode tretiranja nedostajućih podataka, koja ima veoma dobre osnove u statističkoj teoriji. Ovu metodu je uveo Rubin (1987), predlažući da se umesto unošenja jedne vrednosti za svaku nedostajuću vrednost, unosi niz odgovarajućih vrednosti koje na određen način reprezentuju neizvesnost vezanu za pravu vrednost nedostajućeg podatka. O samoj metodi se može naći veoma obimna literatura (Wayman, C.J.2005).

Kod MI metode, nedostajuće vrednosti se računaju na osnovu postojećih vrednosti za druge promenljive. Postupak računanja nedostajućih vrednosti se izvodi nekoliko puta, pri čemu se generiše više serija nedostajućih podataka (po čemu je ova metoda dobila naziv). Standardna analiza se sprovodi na svakoj seriji podataka, a rezultati se kombinuju i uzima se prosečna vrednost dobijenih ocena parametara. Za K višestrukih serija podataka i tačkastih ocena parametara od interesa θ uzima se prosečna vrednost ocena:

$$\bar{\theta} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \hat{\theta}_k \quad (6)$$

Ukupna varijansa ocene θ je data formulom:

$$T = \bar{W} + (I - K^{-1})B \quad (7)$$

gde je

$$\bar{W} = K^{-1} \sum_{k=1}^K W_k \quad (8)$$

prosek K unetih varijansi, a

$$B = (K - I)^{-1} \sum_{k=1}^K (\hat{\theta}_k - \bar{\theta})^2 \quad (9)$$

deo varijabiliteta kojim se ocenjuje neizvesnost koja potiče od unošenja – generisanja različitih serija nedostajućih podataka. Ovo pokazuje da ukupna varijansa ocene parametra modela sadrži dve komponente:

- prva komponenta koja treba da sačuva “prirodan” varijabilitet u podacima (“*within-imputation*” component), koja bi postojala nezavisno od nedostajućih podataka;
- druga komponenta koja uključuje B – “*between-imputation*” komponenta, koja meri neizvesnost koja potiče od nedostajućih podataka, tj. variranja ocena parametara između različitih serija podataka.

Posebno pitanje u postupku generisanja nedostajućih podataka, jeste koji se mehanizam imputacije koristi? Izbor metode zavisi od tipa nedostajućih podataka. U najvećem broju softverskih paketa uključena je jedna ili više metoda (Yang C. Yuan, 2006):

- parametarski regresioni model (podrazumeva se multivarijaciona normalnost raspodele podataka);
- neparametarska metoda koja koristi izvedeni indikator sklonosti - *propensity scores*;
- za proizvoljan tip nedostajućih podataka koristi se *Markov Chain Monte Carlo* - MCMC metoda .

Mnoge studije su pokazale da MI metoda daje veoma dobre rezultate (Wayman, C. J, 2003). Prednosti ove metode su: nepristrasne ocene parametara, robusnost metode na odstupanje od normalne raspodele podataka, neosetljivost na veličinu uzorka, a takođe i otpornost na visok procenat prisustva nedostajućih podataka. Dalje, ova metoda je računarski jednostavnija u odnosu na druge statistički zasnovane metode, kao što je metoda ocenjivanja pomoću maksimalne verodostojnosti.

3.5. Algoritmi mašinskog učenja

Pored prethodno opisanih metoda za tretman nedostajućih podataka, koje najvećim delom počivaju na statističkim principima, postoji velika grupa metoda koje se oslanjaju na algoritme mašinskog učenja. Kod većine ovih algoritama tretman nedostajućih podataka je ugrađen u same algoritme, ili su algoritmi posebno prošireni za tretman nedostajućih podataka. Ovde ćemo navesti samo neke od ovih metoda. Jedna od najranije korišćenih metoda iz ove grupe jeste metoda uključivanja - imputacije K najbližih suseda - *K-Nearest Neighbor Imputation (KNN)*, koja koristi algoritam K najbližih suseda za ocenjivanje i zamenu nedostajućih vrednosti. Ova metoda ima svojih prednosti i nedostataka. Glavna prednost ove metode ogleda se u tome što se ne mora pripremati prediktivni model za svaki atribut sa nedostajućim podacima, a takođe, ovaj algoritam se može primeniti za ocenjivanje i kvantitativnih i kvalitativnih atributa: za kvantitativne attribute koristi se prosečna vrednost atributa za K najbližih suseda, a za kvalitativni atribut koristi se vrednost sa najvećim učešćem kod K najbližih suseda. Glavni nedostatak ove metode ogleda se u tome što algoritam u potrazi za najslabijim opservacijama, pretražuje ceo prostor podataka, što može da bude veoma zahtevno. Takođe, postavlja se pitanje određivanja broja susednih opservacija, tj. broja K i izbora mere sličnosti. Poznati algoritam drvo odlučivanja C4.5 koji je široko prihvaćen kao klasifikator, ima ugrađen dodatni deo za tretiranje nedostajućih podataka, koje se bazira na principima verovatnoće. Ovoj grupi metoda pripada *BII* metoda -*Bayesian Iteration Imputation*, kod koje se koristi popularni klasifikator *Naïve Bayesian Classifier* za imputaciju nedostajućih podataka.

Iz oblasti metoda neuronskih mreža, poznati algoritam veštačkih neuronskih mreža *Self-Organizing Mapping (SOM)*, koji se koristi za vizualizaciju i grupisanje podataka, takođe ima ugrađeni mehanizam za tretiranje nedostajućih podataka. Zahvaljujući svojoj robusnosti, algoritam na relativno jednostavan način

rešava problem nedostajućih podataka: kako je najvažniji deo algoritma izbor neurona u izlaznoj mapi koji najbolje odgovara ulaznom vektoru podataka, u slučaju nedostajućih podataka za neke attribute ulaznog vektora, postupak pronalazjenja najbolje prilagođenog neurona na mapi, ograničava se na raspoložive attribute, što znači da se pretraga obavlja u redukovanom prostoru podataka. Kada se završi process obuke mreže i pošto je generisana mapa, nedostajuće vrednosti za pojedine attribute se zamenjuju sa odgovarajućim vrednostima SOM neurona na finalnoj mapi podataka. U literaturi se mogu naći razne verzije proširenja SOM algoritma, kao što je *Tree-Structured Self-Organising Map - TS-SOM* (Piela, P., 2003).

Kod drugog algoritma neuronskih mreža – *Support Vector Machines - SVM* tretman nedostajućih podataka je takođe relativno jednostavan. SVM je algoritam za nelinearni regresiju i klasifikaciju. Kako se radi o neparametarskom regresionom pristupu, faktički se predviđene vrednosti pomoću ovog modela uzimaju za imputaciju nedostajućih podataka. Slična je situacija kod jednog od najčešće korišćenog algoritma veštačkih neuronskih mreža *Multi-Layer Perceptron – MLP*, kod koga se mreža koristi da generiše predviđanja za slogove sa nedostajućim vrednostima. Naime kod ovog algoritma ciljna promenljiva je ona promenljiva za koju treba izvršiti imputaciju nedostajućih vrednosti, a MLP se obučava na slogovima za koje su poznate vrednosti ciljne promenljive, i na taj način generisana mreža se koristi za imputaciju nedostajućih podataka.

4. ZAKLJUČAK

U radu je ukazano na problem nedostajućih podataka u procesu istraživanja podataka. Tretiranje ovog problema ima veliki značaj za mnoga praktična istraživanja. Postoji veliki broj metoda kojima se tretiraju nedostajući podaci. U radu su najpre predstavljene tradicionalne metode, a zatim su objašnjene dve najpopularnije metode koje imaju dobru statističku osnovu: metoda maksimizacije očekivanja i metoda višestrukog unošenja podataka. Ukazano je na izvesne prednosti i nedostatke primene navedenih metoda. Takođe su predstavljene metode mašinskog učenja. U literature se može naći veći broj studija koje se bave komparacijom primene pojedinih statističkih metoda i metoda mašinskog učenja u tretiranju nedostajućih podataka, u kojima se na konkretnim primerima pokušava da nadje odgovor na pitanje superiornosti pojedinih metoda. Uglavnom dominira mišljenje da se ne može izdvojiti jedna metoda kao najpreciznija ili apsolutno najbolja metoda za generalno rešavanje problema nedostajućih podataka, već adekvatnost primene određene metode zavisi od konkretnog slučaja i konkretnog DM zadatka.

LITERATURA

- [1] Altmayer, L. (2010) Hot-Deck Imputation: A simple data step approach, <http://analytics.ncsu.edu/sesug/1999/075.pdf>.
- [2] Cios K.J. and Kurgan L.(2002) Trends in Data Mining and Knowledge Discovery. In N.R. Pal, L.C. Jain, and Teoderesku N., editors, Knowledge Discovery in Advanced Information Systems. Springer.
- [3] Fujikawa, Y., TuBao Ho, Scalable Algorithms for Dealing with Missing Values, (<http://www.jaist.ac.jp/~bao/papers/N122.pdf>).
- [4] Gustavo E. A. P. A. Batista and M. C. Monard, (2003) *An Analysis of Four Missing Data Treatment Methods for Supervised Learning*, Applied Artificial Intelligence 17(5-6), 519-533.
- [5] Li, D. Deogun, J. Spaulding, W.S huart, B, Tsumoto, S. et al. (Eds.) (2004) RSCTC 2004, *Towards Missing Data Imputation: A Study of Fuzzy K-means Clustering Method*, LNAI 3066, pp. 573–579, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [6] Liu Peng, Lei Lei, (2004) A Review of Missing Data Treatment Methods, Department of Information Systems, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai, 33, P.R. China.
- [7] Little, R.J.A. and Rubin, D.B. (2002) *Statistical Analysis with Missing Data*, 2nd Edition, John Wiley and Sons, New York.
- [8] Piela, P. (2003). Exploitation of neural methods for imputation, Contributed paper for Federal Committee on Statistical Methodology Research Conference, Washington DC, 2003, Available from <http://www.fcsm.gov/03papers/Piela.pdf>.
- [9] Vinod, N.C, Punithavalli, M., Classification of Incomplete Data Handling Techniques – An Overview, (2011) International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE), 3(1), 340-344.
- [10] Yang C. Yuan, (2006) *Multiple Imputation for Missing Data: Concepts and New Development* SAS Institute Inc., Rockville, MD) <http://www.ats.ucla.edu/stat/sas/library/multipleimputation.pdf>
- [11] Wayman, C. Jeffrey, Multiple Imputation For Missing Data: What Is It And How Can I Use It?, 2003. http://coedpages.uncc.edu/cpflower/wayman_multimp_aera2003.pdf.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Logistika



STRATEGIJA BRZOG ODGOVORA U LANCU SNABDEVANJA- SUŠTINA I ZNAČAJ

QUICK RESPONSE STRATEGY IN SUPPLY CHAIN- ESSENCE AND IMPORTANCE

SLOBODAN AĆIMOVIĆ, VELJKO MIJUŠKOVIĆ, DUŠAN MARKOVIĆ

Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, asloba@ekof.bg.ac.rs, mijuskovic@ekof.bg.ac.rs, dusanm@ekof.bg.ac.rs

Rezime: Upravljanje lancem snabdevanja, kao relativno nova poslovna filozofija, od svog nastanka kreira veliki broj poslovnih koncepata i strategija koje služe unapređenju poslovanja. Svaki od datih alata nastaje sa ciljem da poboljša efikasnost operacija i transakcija, uz minimizaciju generisanih troškova. To se postiže fokusom na određene aspekte poslovanja u lancima snabdevanja. Analiza u ovom radu bavi se jednim od pomenutih alata, strategijom brzog odgovora ili QR strategijom (Quick response, engl) koja je prema praktičnom iskustvu široko i uspešno primenjena u privredi. Rad analizira preduslove nastanka, zatim dimenzije QR strategije te konačno njene prednosti i nedostatke. Cilj rada je da ukaže na veliki praktični potencijal i značaj primene ove strategije u savremenom upravljanju lancima snabdevanja.

Ključne reči: upravljanje lancem snabdevanja, strategije u lancu snabdevanja, strategija brzog odgovora (QR strategija).

Abstract: Supply chain management, as a relatively new business philosophy, since the moment of its establishment has created a great number of business concepts and strategies which serve for business improvement. Each and every of these tools should improve operation and transaction efficiency, with minimum generated costs. This is achieved by focusing on certain aspects of business within supply chains. The analysis in this paper deals with one such tool, i.e. Quick response (QR) strategy which is, according to practical experience, widely spread and successfully used in economy. The paper analyses preconditions of its creation, followed by dimensions of QR strategy and finally its advantages and shortcomings. The aim of the paper is to demonstrate the great practical potential and significance of using this strategy in contemporary supply chain management.

Keywords: supply chain management, supply chain strategies, quick response strategy (QR strategy).

1. UMETO UVODA- PREDUSLOVI NASTANKA STRATEGIJE BRZOG ODGOVORA

Strategija brzog odgovora (u daljem tekstu QR strategija) podrazumeva ostvarivanje oblika poslovne saradnje između učesnika u lancu snabdevanja radi skraćivanja vremena realizacije i bržeg odgovaranja na zahteve krajnjih kupaca. QR je izraz odgovornosti i fleksibilnosti, kojim jedna organizacija teži da obezbedi veliki izbor proizvoda i usluga potrošaču, u pravoj količini i kvalitetu, u adekvatnom vremenu i mestu, po pravoj ceni, diktiranoj aktuelnom potrošačkom tražnjom (Mijušković, 2010).

Istorijski posmatrano, ideja za razvoj QR strategije proistekla je 1985. godine iz studije konsultantske kuće KSA (Kurt Salmon Associates), kojom su prezentovani rezultati vršenih analiza unapređenja lanca snabdevanja za potrebe tekstilne industrije (KSA, internet sajt, 2013). U nastavku objašnjavamo rastući značaj u primeni strategije, sa fokusom na ključne karakteristike. Značajan razvoj dogodio se na polju QR strategije, u domenima njene konceptualizacije, propagiranja i implementacije u različitim industrijskim delatnostima.

Rastuća **kompleksnost i promenljivost tražnje** naterali su kompanije da usvoje pristup koji priznaje heterogenost proizvoda i zahteva za njima. Posledica promena u tražnji jesu **kraći životni ciklusi i niža predvidivost** - dva glavna preduslova nastanka QR strategije kao pokušaja borbe sa rastućom neizvesnošću i rizikom.

Od sredine 80-ih godina kada je uvedena, QR strategija se razvija kao holistička poslovna strategija, iako je nesumnjivo prate i određene nejasnoće. Naime, prema istraživanju koje je sproveo Fiorito sa saradnicima, navodi se da nijedna kompanija niti lanac snabdevanja nisu implementirali ovu strategiju u potpunosti, tj. 100% (Fiorito *et al.*, 1998).

S druge strane, duži period vremena nije postojao jedinstven stav oko toga šta tačno podrazumeva QR strategija, niti koji su njeni elementi (dimenzije). Prema Hanteru, sistematsko objedinjavanje ovih dimenzija nastalo je tek desetak godina nakon kreiranja strategije (Hunter, 1995).

2. DIMENZIJE STRATEGIJE BRZOG ODGOVORA

Danas, analizirajući QR strategiju ističemo njene 4 glavne dimenzije, takozvani *4R model*:¹

- **Responzivnost**
- **Pouzdanost**
- **Otpornost**
- **Partnerski odnos**

Responzivnost. Prema autoru Losonu, QR strategija naglašava povećanu responzivnost, fleksibilnost i kontinuelne kratkoročne inovacije (Lowson, 1999). Sam pojam responzivnosti može se definisati kao sposobnost smislenog i blagovremenog reagovanja na odgovarajuću tražnju potrošača ili na druge promene na tržištu u cilju postizanja ili održavanja konkurentne prednosti (Kritchanchai i MacCarthy, 1999). Dajući jedan širi obuhvat, kažemo da su osnovne komponente responzivnosti: brzina reagovanja na tržišne promene (agilnost), fleksibilnost i naravno tržišna orijentacija. Agilnost predstavlja brzu adaptaciju na tržišne impulse i konkretna dešavanja omogućavajući učesniku u lancu da uvek bude spreman za promene koje dolaze. Na mnoge načine fleksibilnost doprinosi kreiranju responzivnosti unutar definisanih parametara lanca snabdevanja potstičući kompetentnost i diferenciran tržišni položaj. Tržišna orijentacija, kamen je temeljac za svaku drugu responzivnu akciju. Ako se oslušuju potrebe, želje i htenja samo jednog učesnika u lancu ili jednog preduzeća, a ne ono što tražnja postavlja kao imperativ, onda je nestanak sa tržišne scene i samodestrukcija isključivo pitanje vremena. Rezimirajući značaj ove dimenzije QR strategije, važno je napomenuti da je njen uticaj toliko veliki da ona predstavlja *jednu od dve glave strateške orijentacije u upravljanju lancem snabdevanja*. Druga orijentacija, efikasnost, odnosi se na neophodnost ušteda i rezanja troškova u lancu snabdevanja. Kombinacijom ove dve strateške alternative i njihovim usklađivanjem treba da nastane optimalan lanac snabdevanja-onaj koji kreira visoku vrednost uz niske troškove (Aćimović, 2006).

Pouzdanost. Od ključne je važnosti istaći značaj pouzdanosti u optimizaciji QR strateškog pristupa. Osnovni odraz pouzdanosti jeste siguran i proveren kvalitet. U cilju kreiranja kvaliteta koncipirane su brojne tehnike, alati i koncepti menadžmenta kvaliteta od kojih je svakako najvažniji TQM. TQM ili upravljanje ukupnim kvalitetom definiše se kao holistički pristup dugoročnom uspehu koji podstiče kontinuelno unapređenje u svim aspektima organizacije i poslovanja preduzeća. U okviru sebe on obuhvata brojne elemente kao što su fokus na potrošača, konkurentski benčmarking, sinergetska partnerstva, dizajniranje proizvodnje itd (Đuričin, Janošević, Kaličanin, 2013). Svi ovi elementi esencijalni su za QR strategiju. Pouzdanost, zasnovana na kvalitetu, može doprineti da proizvod bude isporučen kupcu u lancu snabdevanja, baš u skladu sa obećanjem prodavca. To poverenje zatim podstiče bližu saradnju, dugoročne odnose i mogućnost značajnog unapređenja poslovanja za sve.

Otpornost. Izazovi savremenog poslovanja inherentno podrazumevaju izbegavanje rizika u poslovanju lanca snabdevanja. Profesor Kristofer sa saradnicima podržava iste stavove ističući da borba sa ranjivošću lanca snabdevanja predstavlja jednu od najvećih boljki današnjeg poslovanja koga odlikuju turbulencije i nepredvidivost (Christopher i Lee, 2004). Otporni lanci snabdevanja sposobni su da izdrže nepredviđene poremećaje, kao i da se brzo od njih oporave. Otpornost se stoga definiše kao sposobnost sistema da se vrati u pređašnje stanje ili da pređe u novo, poželjnije, nakon prestanka remetećih uticaja. Šefi ističe da su glavne karakteristike postizanja otpornosti fleksibilnost, robusnost i upravljanje rizikom (Sheffi, 2006). Ističući otpornost kao komponentu QR strategije, ima za cilj da naglasi značaj ove osobine u povećanoj fleksibilnosti lanca snabdevanja koju ova strategija pruža. S druge strane, otpornost je i preduslov za primenu QR strategije. Ukoliko lanac snabdevanja nije otporan, ukoliko ne odgovara brzo na zahteve potrošača i ukoliko nema fleksibilnosti, QR strategija neće funkcionisati. Ovde vidimo jasnu uzročno-posledičnu korelaciju između pojmova otpornost i QR.

Partnerski odnos. Glavna komponenta QR strategije jeste izgradnja i održavanje partnerskih odnosa u lancu snabdevanja. Ovu tezu podržava veliki broj autora ističući značaj odnosa u lancu, zasnovanih na saradnji, partnerstvima, integracijama i podeli informacija.

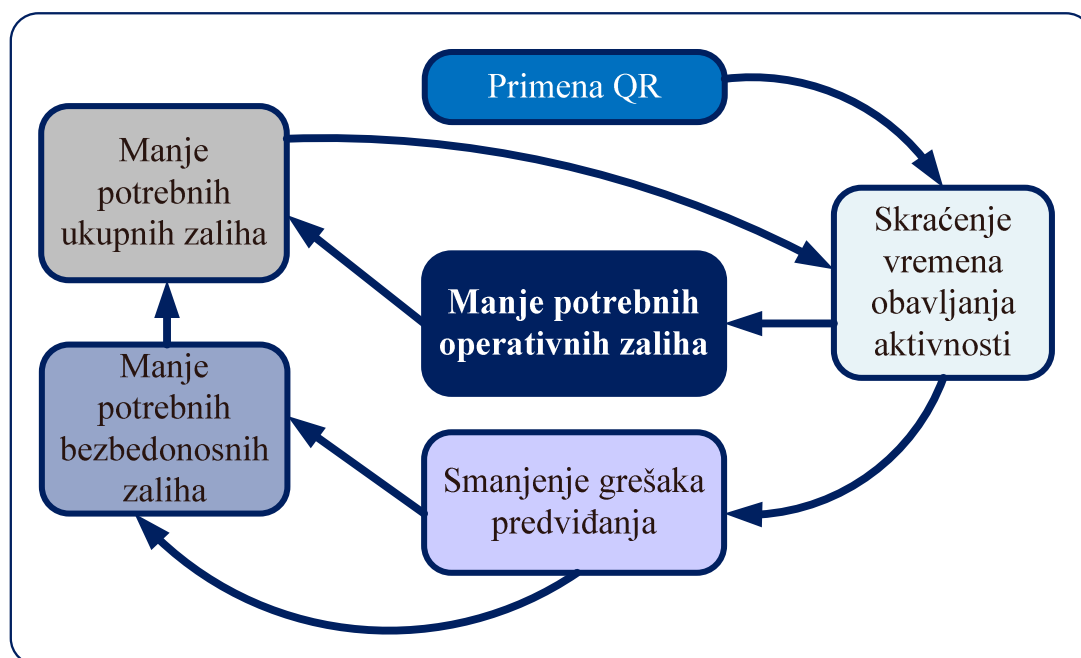
¹ Naziv **4r** potiče od početnih slova engleskih reči četiri dimenzije: responsiveness, reliability, resilience i relationship.

3. PREDNOSTI I NEDOSTACI STRATEGIJE BRZOG ODGOVORA

Ističući osnovnu ideju QR strategije i njene dimenzije, evidentno je da koristi od primene ove strategije mogu imati praktično svi učesnici u lancu snabdevanja, a opet prema pokazateljima prakse, u prvom redu proizvođači i maloprodaja. Primat poštovanja i ponašanja u skladu sa tražnjom nalazi se u srži ove orijentacije, dok se njena operacionalizacija vrši primenom sofisticiranih programskih paketa i informacionih tehnologija, kojima učesnici komuniciraju i razmenjuju informacije. Kao rezultat primene u većem broju industrija identifikovane su sledeće **prednosti** (Hunter, 1995):

- **Skraćenje vremena razvoja, proizvodnje i isporuke proizvoda.** Ova karakteristika najviše pogoduje proizvođačima u lancu budući da mogu jasnije planirati svoje aktivnosti, izbegavajući probleme disproporcionalnosti zaliha, kao i prekomerni rizik od naglih tržišnih zaokreta.

- **Eliminacija problema neusklađenosti ponude i tražnje.** Za razliku od prethodne, ova karakteristika odgovara širem spektru učesnika u lancu. Naime, svi oni entiteti koji imaju aktivnost upravljanja zalihama u svom poslovnom portfoliju, mogu sa većom preciznošću da vrše njihovo planiranje na bazi svežih informacija sa tržišta i na taj način da skrate vreme obavljanja aktivnosti. Uštede u vremenu zatim ponovo dovode do smanjenja obima zaliha (bezbednosnih i operativnih), što posledično skraćuje vreme potrebno za odgovor tržištu. Tako dolazi do nastanka *efekta spirale* u lancima snabdevanja, koji je prikazan na slici 1:



Slika 1: Strategija brzog odgovora - pokretač efekta spirale u lancu snabdevanja (Christopher, 2005)

- Kreiranje alijansi preduzeća. Još jedna od posledica primene QR strategije, posmatrana iz dugoročne perspective, jeste kreiranje čvrstih partnerskih veza za sigurnije buduće poslovanje. Ove veze nastaju i zbog manje pompeznih, a više operativnih razloga: podele troškova oko implementacije softvera za QR strategiju, kao i zarad koordinacije određenih zajedničkih istraživačkih poduhvata. Pored navedenih prednosti, kod implementacije ideje QR strategije mogu se uočiti i **određeni nedostaci**. Pregledom relevantne literature iz ove oblasti, kao dva najvažnija uočavamo sledeće (Lowson, 1999):
- Nerazumevanje i umanjivanje značaja ideje strategije. Iako veliki broj kako teoretičara tako i praktičara navodi da QR strategija može dati odlične rezultate, naročito ako se kontinuleno primenjuje, opet postoje oni koji kažu da ona predstavlja imitaciju nekih drugih modela, tj. koncepta kao što je na primer *just in time* koncept. Takođe, tvrdnja je da se radi o fragmentarnom pristupu, nejasno definisanom i sa pokušajem implementacije u praksi. Objektivno posmatrano, čak i da ova strategija ne nudi najbolja rešenja, ipak je istorijski prva u nizu pokušaja da se kreira celishodan pristup za unapređenje poslovanja unutar lanca snabdevanja, od momenta kada je ova menadžerska filozofija nastala početkom osamdesetih godina XX veka. Kasnija unapređenja same strategije, gde se jednim od nadovezujućih modela smatra i *strategija efikasnog odgovora potrošaču*, svakako su imala bolje osnove za unapređenje performansi unutar lanca.

- Teškoće pri implementaciji strategije. Postavlja se pitanje koji od dva nedostatka je lošiji za QR strategiju. Naime, u prvom slučaju vrednost strategije se dovodi u pitanje, pa čak i izrazito podcenjuje. U drugom slučaju postoji spremnost da se QR strategija implementira, ali se pri tome javlja veći broj barijera. One mogu biti najrazličitije prirode. Budući da je QR strategija informativno-intenzivna strategija, nabavka skupocenih softvera i obuka kadrova za njeno korišćenje često mogu biti prohibitivni faktori. S druge strane, smatra se da primenom QR strategije, ovi izdaci mogu biti višestruko nadomešćeni. Druga vrsta barijere jeste izolovanost u primeni. Čak i ukoliko preduzeće izvrši kupovinu softvera, može se naći u problemu da nema adekvatnog poslovnog partnera sa kojim bi softver koristilo. Onda je takva investicija, zarobljen i izgubljen kapital preduzeća. Konačno, čak i ako finansije i kooperanti nisu problem, nekada operativne aktivnosti, esencijalne za primenu QR strategije, mogu zakazati usled loše kompatibilnosti partnera ili usled ljudskog faktora.

Dajući osnovnu postavku QR strategije, ostaje da kažemo da je ona najviše podstakla razvoj tekstilne i modne industrije u okviru koje je i razvijena. Međutim, ističu se pozitivni primeri i kompanija iz drugih sfera, kao što su trgovina, prehrambena industrija itd.

4. ZAKLJUČAK

QR strategija jedan je od prvih alata razvijenih u okviru filozofije upravljanja lancem snabdevanja. Na bazi rada možemo zaključiti da je oblast primene same strategije brzo proširena iz inicijalne industrije nastanka na brojna druga područja sa visokim stepenom uspeha. Kreirani alat poslužio je i kao osnova za nadogradnju nekim narednim strateškim varijantama, još jednom ističući ispravnost, utemeljenost i praktičnu orijentaciju svojih ideja.

Dodatna vrednosna dimenzija rada ogleda se u objektivnoj, kritičkoj analizi pozitivnih ali i negativnih elemenata koji prate implementaciju ove strateške varijante. Na taj način, otvara se prostor i za naša dalja, buduća istraživanja. Ona mogu biti usmerena na analizu drugih alata kreiranih u okviru filozofije kao i njihovo međusobno poređenje, kako bismo najbolje spoznali okolnosti i specifične svakog, te znali kada je najbolje koji primeniti u praksi a sve sa ciljem maksimizacije pozitivnih efekata koji nastaju primenom istog.

LITERATURA

- [1] Aćimović, S. (2006). Razumevanje lanca snabdevanja. *Economic Annals*, 170, 67-89.
- [2] Christopher, M. (2005). *Logistics and supply chain management*. (3rd ed.). Edinburgh: Pearson Education Limited.
- [3] Christopher, M., & Lee, H. (2004). Mitigating Supply Chain Risk through Improved Confidence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(5), 388-396.
- [4] Đuričin, D., Janošević, S. & Kaličanin, Đ. (2013). *Menadžment i strategija*. (osmo izdanje). Beograd: CIDEF.
- [5] Fiorito, S., Guinipero, L. & Yan, H. (1998). Retail buyers- perceptions of quick response systems. *International journal of retail and distribution management*, 26(6), 237-246.
- [6] Hunter, A. (1995). *Quick response in apparel manufacturing-a survey of the American Scene*. (1st ed.). Washington: The textile institute.
- [7] Kritchanchai, D. & MacCarthy, L. (1999). Responsiveness of the order fulfillment process. *International Journal of production & operations management*, 19, 812-834.
- [8] KSA, konsultantska kuća, internet sajt, <http://www.kurtsalmon.com/Global/home/Transforming-businesses-to-measurably-improve-performance?language=en-us#.UUdBk2eB3vg>, pristupljeno 18/3/2013
- [9] Lowson, B., King, R. & Hunter, A. (1999). *Quick response: managing the supply chain to meet consumer demand*. (1st ed.). Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- [10] Mijušković, V. (2011). *Menadžment lanca snabdevanja-moderni koncepti i strategije*. Beograd: Zadužbina Andrejević.
- [11] Sheffi, Y. (2005). *The resilient Enterprise: Overcoming Vulnerability for Competitive Advantage*. Cambridge: MIT Press.



STRATEGIJA EFIKASNOG ODGOVORA POTROŠAČU KAO ALAT UPRAVLJANJA LANCEM SNABDEVANJA

EFFICIENT CONSUMER RESPONSE STRATEGY AS A TOOL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

SLOBODAN AĆIMOVIĆ, VELJKO MIJUŠKOVIĆ, DUŠAN MARKOVIĆ

Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, asloba@ekof.bg.ac.rs, mijuskovic@ekof.bg.ac.rs, dusanm@ekof.bg.ac.rs

Rezime: Jedan od ključnih doprinosa tokom razvoja poslovne filozofije upravljanja lancem snabdevanja jeste kreiranje velikog broja alata, u vidu koncepata i strategija koji se u okviru nje primenjuju. Pomenuti alati imaju delom jedinstven cilj, koji se ogleda u snižavanju troškova upravljanja zalihama duž celog lanca, kao i u postizanju konkurentске prednosti po tom osnovu. Ipak, svaki alat poseduje neke specifičnosti koje ga čine pogodnim za primenu samo u određenim okolnostima. U tom kontekstu, potrebno je njihovo detaljno izučavanje da bi tačno znali kada je koji alat najbolje primeniti. Ideja ovog rada ogleda se u analizi upravo jednog takvog alata- strategije efikasnog odgovora potrošaču ili ECR strategije (Efficient consumer response, engl.) koja je prema praktičnom iskustvu široko i uspešno primenjena u privredi. Rad analizira suštinu i pojmovno određenje ECR strategije, njene ključne tačke fokusa, te konačno koristi i barijere pri njenoj implementaciji. Cilj rada je da istakne i dodatno naglasi veliki potencijal i glavne benefite u korišćenju ove strateške varijante prilikom koordiniranja operacija u lancima snabdevanja.

Ključne reči: Upravljanje lancem snabdevanja, strateške varijante u lancima snabdevanja, strategija efikasnog odgovora potrošaču (ECR strategija).

Abstract: One of the key contributions during the development of the supply chain management business philosophy is the creation of a great number of tools, in form of concepts and strategies being used within it. The mentioned tools partially have a unique goal in form of lowering supply management costs through out the entire chain, as well as gaining competitive advantage on that basis. However, every tool has certain specifics which make it appropriate for usage only in certain conditions. In that context, a detailed analysis of every such tool is needed in order to know which tool best fits a specific situation. The idea of this paper is to analyze one such tool- the strategy of efficient consumer response or ECR strategy, which is, according to practical experience widely and successfully used in economy. The paper analyses the essence and matter determination of ECR strategy, its key focus points, and finally benefits and barriers to using this strategic option while coordinating operations in supply chains.

Keywords: Supply chain management, strategic options in supply chains, strategy of efficient consumer response (ECR strategy).

1. UMETO UVODA- SUŠTINA I POJMOVNO ODREĐENJE STRATEGIJE EFIKASNOG ODGOVORA POTROŠAČU

Tradicionalne lance snabdevanja karakterišu nezavisne karike, gde svaka od njih zasebno obavlja svoje aktivnosti. Kod ovakve vrste upravljanja lancima svaka od karika (učesnika u lancu) samostalno teži optimizaciji, ne obazirući se na svoju okolinu. Međutim, ovakvo stanje je neodrživo jer ne definiše način rešenja problema koji će nastati ukoliko jedna karika u lancu usvoji jednu strategiju, koja je po svojim obeležjima dijametralno suprotna strategiji koju je usvojila pređašnja ili naredna karika (Lowson, 1999).

Rezultati ovih neusklađenosti jesu skupe logističke usluge i inferioran nivo servisa potrošača, što na kraju dovodi do suboptimalnog nivoa kvaliteta celog lanca i svih učesnika u njemu. Iako većina kompanija u svetu poslovanja obavlja svoje aktivnosti na ovaj način, to se pokazuje kao pogrešno, a na duge staze pogubno. Trendovi u lancu snabdevanja jasno ukazuju na značaj integracije lanaca snabdevanja, saradnje i razmene informacija (Mijušković, 2010). Logično je da se postavlja pitanje kako onda ove aktivnosti primeniti u praksi? Upravo tu efikasan odgovor potrošaču, kao strategija, igra važnu ulogu.

Strategija efikasnog odgovora potrošaču (u daljem tekstu ECR strategija) razvijena je tokom devedesetih godina XX veka kao svojevrsna strategija koncipirana za potrebe maloprodajnih i veleprodajnih lanaca tržišta robe široke potrošnje po ugledu na strategiju brzog odgovora (u daljem tekstu QR strategija) koja je nastala par godina ranije.

Smatra se da je ECR strategija praktična i teorijska nadogradnja strategije QR, prilagođena potrebama novog zadatka za koji je koncipirana. Ubrzom nakon uvođenja, ECR prerasta u čitav globalni pokret na tržištu robe široke potrošnje.

Najpoznatiju definiciju ECR strategije dao je izvršni odbor tog pokreta, sa sedištem u Evropi, pod nazivom *ECR Europe*, koji kaže: "Efikasan odgovor potrošaču predstavlja realizaciju jednostavnog, brzog i potrošački vođenog sistema, gde sve karike logističkog lanca rade zajedno, u cilju zadovoljenja potreba potrošača, uz najniže moguće troškove" (ECR board, 1995).

Osamnaest kompanija u kojima podjednako učestvuju i maloprodavci i proizvođači, pripadaju izvršnom odboru *ECR Europe*. Svih osamnaest kompanija su značajni globalni igrači, i/ili vodeće firme u zemljama iz kojih dolaze. Na toj listi nalaze se sledeći *maloprodavci*: Ahold/Albert Heijn, Metro/Asko, Rewe, Auchan, Promodes, ICA, Tesco, Safeway, La Rinascente, kao i grupa *proizvođača*: Unilever, Sardus, Procter & Gamble, Nestlé, Mars, Kraft Jacobs Suchard, Johnson & Johnson i Coca-Cola. Mnoge druge kompanije aktivno su uključene u projekte koje pokreće i koordinira ECR izvršni odbor (Slobodni Amsterdamski Univerzitet, Internet sajt, 2013).

2. TAČKE FOKUSA STRATEGIJE EFIKASNOG ODGOVORA POTROŠAČU

ECR strategija polazi od nekoliko značajnih elemenata. Kao prvo, iz definicije se može zaključiti da tražnja potrošača igra vitalnu ulogu. Lanac snabdevanja mora obezbediti kontinuelna unapređenja satisfakcije potrošača, proizvoda i usluga. Drugo, važno je naglasiti značaj ukupne efikasnosti u lancu snabdevanja. Operacionalizacija i postignuti kvalitet u realizaciji ova dva zacrtana cilja zavisi od posedovanja preciznih informacija, kad god su one potrebne. Kako bi se troškovi održali na relativno niskom nivou neophodno je da komunikacija i razmena informacija bude nematerijalna, tj. elektronska.

Kako bi svaki od do sada pomenutih aspekata bio uvažen, ECR strategija identifikuje tri ključne tačke fokusa. One se odnose na: (Coopers & Lybrand, 1996)

- Menadžment kategorije proizvoda
- Obnavljanje zaliha proizvoda
- Tehnološka osnova i pokretači

Menadžment kategorije proizvoda. Jedna od definicija za menadžment kategorije proizvoda kaže da se radi o vrsti marketinške strategije gde se upravlja celokupnom linijom proizvoda (umesto pojedinačnim proizvodom ili brendom), kao integralnom strategijskom poslovnom jedinicom. Suština ovog koncepta jeste da menadžer marketinga može bolje da procenjuje karakteristike potrošačevih kupovina i tržišnih trendova, ukoliko posmatra skup pre nego pojedinačne proizvode. Ova tema kombinuje značajne elemente većeg broja različitih disciplina, kao što su marketing, menadžment, trgovina, finansije, informacione tehnologije itd, i veoma je aktuelna među većim brojem inostranih ali i domaćih autora (Bogetić, 2007). Cilj menadžmenta kategorije proizvoda jeste da maksimizira efektivnost procesa kreiranja tražnje. Za to se koriste tri vrste aktivnosti (Lysons & Gillingham, 2006):

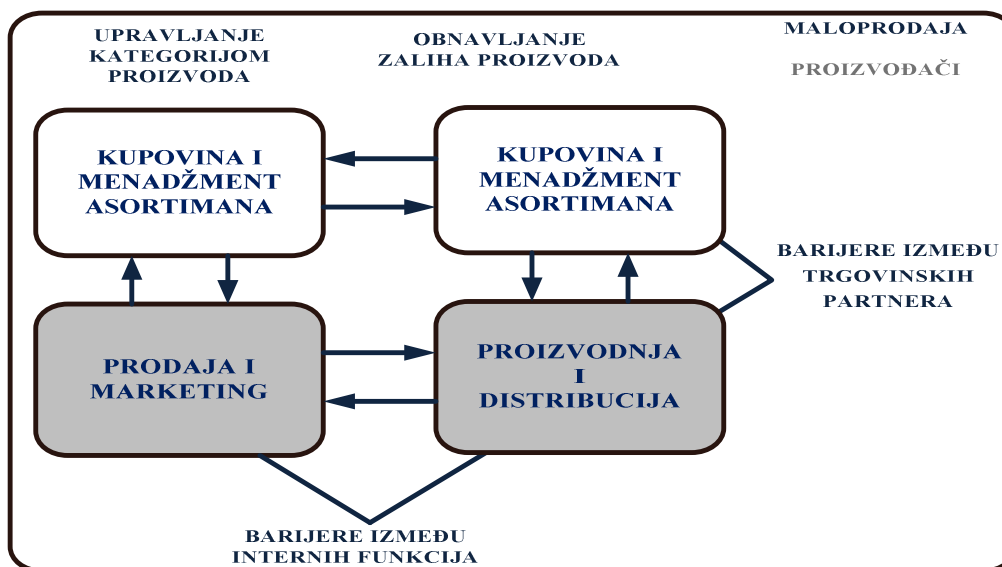
- uvođenje proizvoda,
- promocija proizvoda i
- upravljanje asortimanom u prodajnom objektu.

ECR strategija fokusira se kako na internu efektivnost trgovinskih partnera, tako i na kvalitet međusobnih odnosa i udruživanja snaga u cilju kreiranja potrošačke vrednosti. Za ovakve perspektive posmatranja ECR strategije jako je važna infrastruktura menadžmenta kategorije proizvoda, koja determiniše kako će se određeni ciljevi realizovati unutar organizacije, kao i u kom stepenu će biti efikasna komunikacija trgovinskih partnera koji su se obavezali na saradnju. Jer, bez obzira na pozitivne želje učesnika u lancu, ako nema dobre organizacione infrastrukture, onda će i njihova operacionalizacija i primena ostati samo na nivou ideja.

Obnavljanje zaliha proizvoda. Fokus na ovu tačku treba da omogući najbrži i najkvalitetniji protok proizvoda kroz lanac snabdevanja sve do polica finalnih potrošača. Stoga je potrebno objedinjavanje menadžmenta kategorije proizvoda sa fizičkim lancem snabdevanja koji je dovoljno fleksibilan i responzivan kako bi brzo reagovao na promene u tražnji. Brzo i efikasno obnavljanje zaliha proizvoda doprinosi

smanjenju troškova kroz minimiziranje količine zaliha u sistemu, istovremeno odgovarajući na zadate nivoe tražnje. I na ovom mestu se ističe značaj načina zajedničkog rada partnera kako bi uspešno odgovorili na ove zahteve. U današnjem vremenu turbulentnih dešavanja na tržištu, gde su greške na strani nabavke veoma velike, neophodna je kontinuirana saradnja na polju odlučivanja o tome šta, kada i naročito u kojoj količini treba nabaviti (Božić & Acimović, 2013). ECR strategija pokušava da obezbedi značajna unapređenja u troškovima i responzivnosti kroz kvalitetnu integraciju aktivnosti planiranja. Ovo za cilj ima izbegavanje onih aktivnosti koje uzrokuju značajne varijacije u tražnji koje opterećuju lanac snabdevanja. Standardizacija komunikacija i informacionih tokova takođe može uticati značajno na uštede u vremenu i novcu.

Tehnološka osnova i pokretači. Menadžment kategorije proizvoda i obnavljanje zaliha, a naročito određeni udruženi aspekti proizvođača i maloprodavca, mogu se součiti sa određenim barijerama, prikazanim na slici 1.



Slika 1: Barijere na relaciji maloprodaja-proizvođač (Coopers & Lybrand, 1996)

Prevazilaženje datih barijera leži upravo u primeni tehnologije i bazičnih tehnoloških pokretača. Veliki broj podataka vezan za ponudu i tražnju na nivou pojedinačnih artikala koji se drže na zalihama mora se konstantno koristiti, pratiti i kontrolisati kako bi se utvrdila optimalna rešenja. Jedan od načina da se to učini jeste korišćenje savremenih informacionih sistema i softvera.

Dalje, kodiranje proizvoda i upravljanje bazama podataka neophodni su za detaljno praćenje artikala kojima se upravlja u lancu. Konačno, utvrđivanje troškova na bazi aktivnosti osigurava da se donesene odluke zasnivaju na stvarnim troškovima obavljanja poslovanja, a ne na pretpostavkama odeljenja računovodstva neke kompanije.

3. KORISTI I BARIJERE IMPLEMENTACIJE STRATEGIJE EFIKASNOG ODGOVORA POTROŠAČU

Iz prethodnog prezentovanja pristupa ECR strategije jasno je da većina ideja koje ona koristi nisu potpuno novi metodi ili tehnike u upravljanju lancem snabdevanja. Revolucionarnost ECR strategije jeste u tome što nam pokazuje kako se ove tehnike i metodi mogu udruženo koristiti i kako ih mogu unaprediti nova tehnološka dostignuća. Tako da možemo konstantovati-iako one nisu nove, način njihovog korišćenja jeste. Vraćajući se na početak priče sa kojim smo započeli objašnjavanje ECR strategije, akcenat se prebacuje sa optimizacije pojedinačnih delova lanca na integralnu optimizaciju.

Danas nakon većeg broja godina primene, nema sumnje da ECR strategija stvara realne pozitivne razlike u izgledima poslovanja kod onih kompanija koje su je sa uspehom implementirale. Sudeći prema intersovanju koje se pokazuje za aktivnosti odbora ECR, nema sumnje da mnoge vodeće kompanije posmatraju ovu strategiju kao potencijalno veoma moćnu. Iz dosadašnje primene i respektujući interese različitih učesnika u lancima, može se konstatovati da se koristi od korišćenja ECR mogu podeliti u dve velike kategorije (Kritchanchai & MacCarthy, 1999):

- Opšte beneficije
- Beneficije vezane za efikasnije upravljanje i obnavljanje zaliha

Neke od opštih koristi koje su identifikovali učesnici u lancima odnose se na efikasnije logističke procese između učesnika, bliže odnose saradnje između njih, brže procese naplate potraživanja kao i uspostavljanje nematerijalnog sistema razmene informacija i eliminisanje prekomernih troškova. Ove pogodnosti vode rastu opšte efikasnosti obavljanja operacija u lancima snabdevanja. Ako pak razmatramo beneficije vezane za efikasnije obnavljanje zaliha, onda moramo istaći da je problem zaliha jedan od najvećih problema koji muči znatan broj lanaca snabdevanja.

Problem zaliha javlja se najčešće usled pogrešne ili neprecizno predviđene tražnje, što dovodi do njene disproporcionalnosti (manjka koji uzrokuje propuštene prodaje ili viška koji povećava pripadajuće troškove). Stoga su blagotvorni efekti ECR strategije na ovo područje, gde se disproporcionalnost u velikoj meri uklanja, a negde i kompletno eliminiše, jedna od ključnih pozitivnih strana strategije.

U nastavku data je tabela 1 koja prikazuje percipiranje prednosti od primene ECR strategije, respektujući gledišta različitih učesnika u lancu snabdevanja:

Tabela 1: Neke od koristi ECR strategije - perspektive različitih učesnika (Mijušković, 2011)

Maloprodaja	Veleprodaja	Proizvođači
Unapređenje informacija o potrošaču	Efikasniji protok informacija	Efikasnija komunikacija između logističkih portnera
Eliminisanje grešaka prilikom unosa podataka	Smanjivanje operacija u vezi fakturisanja i naplate	Smanjivanje nivoa zaliha
Unapređenje partnerskih odnosa	Uspostavljanje nematerijalnog sistema komunikacije	Izbegavanje propuštenih prodaja
Preciznije procesiranje transakcija	Eliminacija nepotrebnih radnih operacija	Povećan profit

Kao i u slučaju koristi od primene strategije, postoji veći broj nivoa kritike koji se može uputiti ECR strategiji. Pritužbe, tj. kočnice za efikasnu primenu ovog koncepta mogu se odnositi na (Sheffi, 2005):

- Manjkavosti u toku implementacije ECR strategije
- Manjkavosti nakon implementacije ECR strategije

Ako tretiramo prvu kategoriju nedostataka onda se kao zamerke najčešće ističu otpor inicijalnom investiranju u poduhvat, nedostatak tehničke podrške, visoki troškovi implementacije kao i problemi podele informacija među učesnicima u lancu.

Oni poslovni subjekti koji su pak uspešno implementirali koncept, kao najveće probleme tokom same primene ističu: nedostatak posvećenosti top menadžmenta, manjak ekspertize i leaderskog potencijala među učesnicima u lancu snabdevanja.

Kao što se iz dosadašnje analize u radu može uočiti, a uzimajući u obzir opšte karakteristike ECR strategije, možemo istaći da je najbolje područje njene primene u specijalizovanim lancima snabdevanja robe široke potrošnje (prehrambena, farmaceutska, modna industrija).

4. ZAKLJUČAK

ECR strategija predstavlja nadogradnju QR strategije koja je nastala sa idejom da se ovaj alat menadžmenta lanca snabdevanja primeni u većem broju industrija. Na bazi dosadašnjih pozitivnih iskustava iz prakse, mogli bismo doneti zaključak da se u datoj nameri uspeo.

Detaljna analiza prednosti strategije kao i potencijalnih ograničenja koja se mogu javiti prilikom njene primene, još jednom ukazuje na činjenicu da svaki alat primenjen u lancu snabdevanja ima neke specifičnosti koje determinišu kada i gde će biti najbolje ga primeniti. U tom kontekstu posmatrano, doprinos ovog rada ogleda se upravo u preciznom sagledavanju suštine ECR strategije kako bi ona bila primenjena u onoj industriji i u datim okolnostima usled kojih može doći do korišćenja njenog punog potencijala.

LITERATURA

- [1] Bogetić, Z. (2007). Menadžment kategorije proizvoda. Beograd: CIDEF i Data Status.
- [2] Božić, V. & Aćimović, S. (2013). Marketing logistika. (peto izdanje). Beograd: CIDEF.
- [3] Coopers, S. & Lybrand, D. (1996). Efficient Consumer Response - Europe: Value Chain Analysis Project Overview (1st ed.). Brussels: ECR Europe Executive Board.
- [4] ECR board (1995). ECR Europe Executive Board Vision Statement. (1st ed.). Brussels: ECR Europe Executive Board.
- [5] Kritchanchai, D. & MacCarthy, L. (1999). Responsiveness of the order fulfillment process. *International Journal of production & operations management*, 19, 812-834.
- [6] Lowson, B., King, R. & Hunter, A. (1999). Quick response: managing the supply chain to meet consumer demand. (1st ed.). Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- [7] Lysons, K. & Gillingham, M. (2006). Purchasing and Supply Chain Management (7th ed.). Edinburgh: Pearson Education Limited.
- [8] Mijušković, V. (2010). Revolucionarni poslovni trendovi u upravljanju lancima snabdevanja. *Marketing*, 41(1), 53-60.
- [9] Mijušković, V. (2011). Menadžment lanca snabdevanja-moderni koncepti i strategije. Beograd: Zadužbina Andrejević.
- [10] Slobodni Amsterdamski Univerzitet, internet sajt, <http://www.math.vu.nl/~sbhulai/ecr/introduction.html>, pristupljeno 18/3/2013
- [11] Sheffi, Y. (2005). *The resilient Enterprise: Overcoming Vulnerability for Competitive Advantage*. Cambridge: MIT Press.



DISTRIBUTIVNA MREŽA LUKA SRBIJE

DISTRIBUTION NETWORK OF SERBIAN PORTS

BORIS RADOVANOV, ALEKSANDRA MARCIKIĆ

Ekonomski fakultet, Subotica, radovanovb@ef.uns.ac.rs, amarcikic@ef.uns.ac.rs

Rezime: Geografski i ekonomski regioni poseduju različite slabosti i prednosti. Uspevajuci da razvije određenu industrijsku granu, region otkriva svoje komparativne prednosti, ali neizostavno i nedostatke prouzrokovane fokusom na odgovarajuću privrednu delatnost ili oskudevanjem u određenim prirodnim dobrima. U tom smislu, transport se javlja kao važan faktor u procesu otpremanja proizvedene robe i dopremanja robe koja nedostaje datom regionu. Savremena svetska praksa ističe naučni aspekt analize distributivne mreže kako bi se generisala bolja rešenja nastalih problema. Ovaj rad se okreće metodologiji dizajniranja distributivne mreže rečnog saobraćaja naše zemlje, koji je neopravdano zapostavljen, kroz centre-of-gravity metod sproveden kod Chena (2006) i metode koncentrisanosti ili disperzije odgovarajućih lokacija luka Srbije, prema istraživanju Veenstra i Notebooma (2009), u analizi protoka robe po pojedinim lukama.

Ključne reči: Distribucionna mreža, Rečna luka, Centre-of-gravity metod, analiza koncentracije

Abstract: Geographical and economical regions have different weaknesses and strengths. Through the single development of an industrial activity, the region reveals its own comparative advantages, but also shortcomings caused by focusing on certain economic activity or by the lack of natural resources. Hence, the transport becomes important factor in the shipment process of produced goods and the delivery process of missing goods in the region. Modern transportation practice emphasizes a scientific approach in analyzing a distributional network and generate a better solution of emerging problems. This paper proposes a river transportation distributional network design by assembling two different methodologies. First, the paper uses Centre-of-Gravity method, similar to Chen (2006), in revealing potentials of single port position in overall port system. Second, suggested by Veenstra and Noteboom (2009), we applied various concentration methods in analyzing throughputs per port location.

Keywords: Distributional network, River ports, Centre-of-gravity method, Concentration analysis

1. UVOD

Ranija praksa pokazuje da su distributivne mreže uglavnom dizajnirane na osnovu iskustava i intuicije radnika u sferi logistike, uz minimalnu upotrebu dostupnih naučnih tehnika. Međutim, savremena svetska praksa ističe naučni aspekt analize distributivne mreže kako bi se generisala bolja rešenja nastalih problema. U tom smislu, proces sistemskog razvoja distributivne mreže može biti upotrebljen u svrhu poboljšanja efikasnosti distributivnih rešenja. Ovaj rad se okreće metodologiji dizajniranja distributivne mreže, sprovedenom od strane Chena (2006) koji koristi centre-of-gravity metod i Veenstra i Notebooma (2009) koji koriste metode merenja koncentrisanosti luka Srbije.

Geografski i ekonomski regioni poseduju različite slabosti i prednosti. Uspevajuci da razvije određenu industrijsku granu, region otkriva svoje komparativne prednosti, ali neizostavno i nedostatke prouzrokovane fokusom na odgovarajuću privrednu delatnost i oskudevanjem u određenim prirodnim dobrima. U tom smislu, transport se javlja kao važan faktor u procesu otpremanja proizvedene robe i dopremanja robe koja nedostaje datom regionu. Stoga, razmena dobara, između regiona ili na međunarodnom nivou, umnogome zavisi od efikasne distributivne mreže.

2. STRATEGIJA RAZVOJA DUNAVSKOG REGIONA

Celom dužinom kroz Republiku Srbiju (oko 588 km), Dunav je plovna reka, koja teče gotovo paralelno sa trasom evropskog autoputa i železničkom prugom, čineći navedeni prostor sa privrednog i društvenog stanovišta. Ovu činjenicu potvrđuje i podatak da je više od dve trećine direktnih stranih investicija u

poslednjoj deceniji investirano u regionu Podunavlja. Ne treba zanemariti i druge plovne puteve u Srbiji (ukupno 1680 km) koji su svi vezani za Dunavski sliv i na kojima u različitoj meri postoje odgovarajuća ograničenja u zavisnosti od veličine plovila.

Ovaj rad se okreće razvijanju distributivne mreže na bazi plovnih rečnih puteva Republike Srbije oslanjajući se na stubove sveobuhvatne strategije Evropske Unije za Dunavski region, usvojen od strane Vlade Republike Srbije juna 2010. godine. Pomenuta tri stuba su:

- Uspostavljanje sistema bezbedne plovidbe i razvoj transporta i prateće infrastrukture
- Zaštita životne sredine i održivo korišćenje prirodnih bogatstava
- Ekonomski razvoj i jačanje regionalne saradnje i partnerstva regiona Podunavlja

Saglasno postavljenim stubovima razvoja, postavlja se opšti cilj navedene strategija u vidu korišćenja potencijala Dunava kao značajnog resursa za održivi razvoj Republike Srbije. S tim u vezi, prioritetne oblasti na kojima će biti stavljen akcenat u narednom periodu bi mogle da se svedu na sledeće:

- Razvoj transporta, energetike i informaciono-komunikacionih tehnologija duž čitavog toka Dunava
- Zaštita životne sredine i održivo korišćenje prirodnog bogatstva u slivu reke Dunav
- Ekonomski razvoj i jačanje regionalne saradnje i partnerstva u regionu Podunavlja
- Uspostavljanje sistema sigurne plovidbe i afirmacija principa vladavine prava u slivu reke Dunav
- Stvaranje ekonomije znanja kroz saradnju u regionu Podunavlja i aktivna uloga nauke u postizanju ciljeva strategije.

Dunavski region, posebno pogođen burnim događajima u prošlosti, sa proširenjem Evropske Unije dobija priliku za bolju budućnost. Ujedno to znači i šansa za borbu sa brojnim izazovima na koje se nailazi:

Mobilnost: reka Dunav je sama po sebi glavna Transevropska saobraćajna mreža koja se koristi daleko ispod svojih kapaciteta. Primera radi, teretni prevoz na Dunavu je samo 10-20% prevoza na reci Rajni.

- Energija: u relativnom smislu cene energije u regionu su visoke. Isparčano tržište povećava troškove i smanjuje konkurenciju, ostavljajući posledice na osetljivost nabavke energenata.
- Životna sredina: značaj Dunavskog rečnog toka zahteva razvijanje pristupa očuvanju prirode, prostornom planiranju i upravljanju vodama.
- Rizici: poplave, suše i industrijska zagađenja ističu značaj prevencije i spremnosti za efikasnu reakciju kroz adekvatan sistem saradnje i razmene informacija.
- Socio-ekonomsko stanje: razlike u stepenu razvijenosti zemalja Dunavskog regiona ističu problem nedovoljne institucionalne i finansijske saradnje.

Shodno prethodnom, a uzimajući u obzir i kulturno nasleđe, jasno je da ovaj region poseduje značajan broj mogućnosti:

- Transportne i trgovinske mreže prema istoku
- Solidan obrazovni sistem, u koji se ulaže kroz povećanje stepena mobilnosti studenata
- Upečatljiva kulturna, etnička i prirodna raznolikost doprinosi razvoju turističkog aspekta transporta
- Veliki prostor za poboljšanje energetske efikasnosti kroz bolje upravljanje obnovljivim izvorima energije

3. RAZVOJ DISTRIBUTIVNE MREŽE DUNAVSKOG REGIONA SRBIJE

Prethodno pomenuta strategija govori o nerazvijenosti saradnje u stvaranju jedne logističke mreže transporta. Kako ističe Chen (2006), tako slabo povezivanje odlaže razvoj brzog sistema otpremanja dobara. Samo izgradnja sofisticirane distributivne mreže može poboljšati stepen povezanosti. Taylor, Whicker i Usher (2001) opisuju novi način otpremanja robe koji predlaže kompromis između krajnjeg potrošača i izvršioca transporta. Ovi autori predlažu formiranje zona otpremanja robe kako bi se zadržao visok nivo upotrebljivosti vozila, bez praznog njihovog repozicioniranja između dva otpremanja. S druge strane, Higginson (1995) zaključuje da uticaj kapaciteta plovila prilikom odluke o otpremanju nije od tolikog značaja kako se u početku mislilo. On smatra da prosečna težina porudžbine predstavlja ključni faktor u određivanju uticaja kapaciteta vozila na ekonomsku stranu politike otpremanja.

U pojedinim situacijama, menadžment može zanemariti dnevne fluktuacije održavajući rute koje su odgovarajuće pod uslovom da nema fluktuacija u količinama otpremanja. Samim tim, traži se postojanje odgovarajućih zaliha kako bi se zadovoljila prosečna tražnja. Houghton i Stenger (1991) postavljaju problem vrednovanja različitih načina poslovanja sa manjkom isporuke kada je tražnja u okviru logističke mreže stohastička.

Kako smatraju Allerheiligen i Gill (1996), kooperativna organizacija više različitih izvora distributivne sposobnosti uglavnom omogućuje sistem efikasnog raspoređivanja zbog predviđenih i kontrolisanih zahteva i namera članova mreže. U skladu sa tim, javljaju se i ekonomska opravdanja kroz ekonomiju obima samog transporta, ekonomiju držanja zaliha i adekvatne obrade dostupnih informacija. Ipak, ovde treba imati u vidu

različitosti u razvoju pojedinih luka. Kako navode Veenstra i Noteboom (2009), potrebno je izvršiti analizu dinamike nivoa koncentracije pošiljki i nejednakosti u operacijama između pojedinih luka, kako bi se omogućila njihova efikasna kooperacija.

3.1. Centre-of-gravity metod

Shodno pregledu literature i trenutnog načina funkcionisanja plovnog saobraćaja u Srbiji, stiče se utisak da puno toga još nije urađeno. Uzdržavajući se od pretencioznih ciljeva ovog rada, zadržaćemo se u granicama naše zemlje u pokušaju da se kroz kombinaciju matematičkih i statističkih modela doprinese otkrivanju uskih grla i potencijalnih rešenja bolje iskorišćenosti postojećih kapaciteta luka Srbije. Stoga, na samom početku treba sprovesti adekvatnu raspodelu skladišnog prostora, shodno centre-of-gravity metodu. Ovaj metod se smatra relativno preciznim instrumentom alokacije postojećih resursa. Međutim, s obzirom na trenutno stanje lučkog saobraćaja u Srbiji, za koji se prema nekim procenama smatra da je na svega 40% iskorišćenosti postojećih kapaciteta, neophodno je u analizu uključiti potencijal tržišta, na osnovu broja stanovnika regiona u kojem se luka nalazi, bruto investicije, kao i sam stepen frekventnosti prometa dobara drugim vrstama prevoza koji se mogu supstituisati rečnim saobraćajem.

Centre-of-gravity metod se sastoji iz dva koraka. U prvom koraku, potrebno je uzeti u obzir sve potencijalne lokacije, u našem slučaju sve luke kojih ima 11 na teritoriji Srbije. Zatim se ispituje potencijalni promet robe polazeći od statističkih podataka datih u tabeli 1. Potencijalne lokacije se stavljaju u koordinatni sistem, gde svaka lokacija dobija svoje koordinate (x,y).

Tabela 1. Promet robe u važnijim lukama (u tonama)

	Ukupno	Unutrašnji promet	Utovar	Istovar	Promet s inostranstvom	Uvoz	Izvoz
Ukupno	6997351	2291290	1145645	1145645	4706061	2799772	1906289
Beograd	909150	579865	52400	527465	329285	273631	55654
Novi Sad	791023	5717	0	5717	785306	153920	631386
Kovin	379232	346435	328258	18177	0	0	30482
Pancevo	852422	38185	37330	855	814237	230239	583998
Prahovo	234603	5028	37330	0	229575	229575	0
Sremska Mitrovica	295551	286723	5028	200277	8828	8828	0
Smederevo	1956187	105658	94110	11548	1850589	1670367	180162
Druge luke	1579183	923679	542073	381606	655504	230897	424607

Izvor: RZS, bilten Saobraćaj, skladištenje i veze za 2009.(2011)

Nakon toga, u drugom koraku koordinate se ubacuju u izraz:

$$C_x = \frac{\sum_{i=1}^n d_{ix} \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}, \text{ odnosno } C_y = \frac{\sum_{i=1}^n d_{iy} \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (1)$$

Gde je,

C_x – x koordinata centra gravitacije

C_y – y koordinata centra gravitacije

d_{ix} – x koordinata i-te luke

d_{iy} – y koordinata i-te luke

V_i – obim prometa robe transportovane iz i-te luke

Koordinate (C_x, C_y) se smeštaju u prethodno formirani koordinatni sistem i ako predviđena lokacija nije direktno na nekoj od luka, bira se najbliža opcija. Dobijeni rezultati navedene metodologije upućuju na značaj luke Beograd, kako zbog geografske lokacije, potencijala tržišta, tako i zbog činjenice da u ovom trenutku jedina ima uslove za kontejnerski prevoz robe. Ono što stoji kao prepreka u poslednjih nekoliko godina jeste sporni postupak privatizacije koji u značajnoj meri usporava poslovanje, što se može videti iz podataka u tabeli 1., uz odvratanje potencijalnih kupaca. Osim toga, prilikom definisanja rezultata treba uzeti u obzir i relativno visok promet luke Smederevo u posmatranom periodu, koja umnogome zavisi od uvoza rude za potrebe Smederevske železare, a koji se ne može uzeti u razmatranje s obzirom na usporavanje procesa proizvodnje od momenta njenog preuzimanja od strane države. S tim u vezi, orijentišući se na strategiju specijalizacije luka na pojedine vrste prometa, navedeni metod ističe luku Beograd kao centar

gravitacije kada je u pitanju ukupan promet i unutrašnji promet, luku Smederevo ako se uzima u obzir uvoz robe, a luku Novi Sad kada je u pitanju izvoz robe. Imajući u vidu izvoznu orijentaciju saglasno Dunavskom koridoru i vezi sa rečnim sistemom Rajna-Majna-Dunav sve do Severnog mora, uz razvoj rečnih pristaništa kao što su recimo Apatin i Bačka Palanka, luka Novi Sad bi u perspektivi mogla dobiti jednu novu dimenziju. Ovo se može potkrepiti činjenicom da je trenutno u postupku proširenje luke Novi Sad saglasno dobijenom zemljištu od grada i uspostavljanjem saradnje sa stranim partnerima oko izgradnje silosa za žitarice i prvog kontejnerskog terminala.

3.2. Pokazatelji koncentrisanosti i disperzije distributivne mreže

Prilikom definisanja distributivne mreže preko scenario analize, ne treba se osvrnuti samo na postojeće podatke, već i perspektivu razvoja odgovarajućih vrsta lučkog saobraćaja. Tako recimo luka Novi Sad, pored pomenutih investicija, poslednjih nekoliko godina beleži snažan porast pretovara robe, koji još uvek u apsolutnim iznosima predstavlja zanemarljivu količinu.

Prema rečima Barke (1986) sve je više pritisaka ka decentralizaciji rečnog lučkog sistema. Rimmer i Comtois (2009) u svojim empirijskim istraživanjima demonstriraju slučajeve striktnog prostornog koncentrisanja lučkog saobraćaja dok se drugi razvijaju u pravcu distributivnog sistema orijentisanog na pojedinačne slučajeve. Ovaj drugi način je moguće sprovesti u našem lučkom sistemu s obzirom na neiskorišćenost postojećih kapaciteta, posebno kada je u pitanju skladišni prostor. Kako predlažu Veenstra i Noteboom (2009), linearna distributivna mreža sa tri navigaciona područja predstavlja primer efikasne organizacije rečnog transporta. U primeru našeg rečnog sistema, to bi mogla da budu područja od Bezdana do Novog Sada, od ušća reke Tise u Dunav do Pančeva i od Smedereva do bugarske granice. Na svakom od ovih područja postojala bi po jedno centralno skladište i to na lukama Novi Sad, Beograd i Smederevo. S potrebom stvaranja efikasnijeg lučkog sistema, sve ostale luke, uz dodatak razvijene mreže rečnih pristaništa, bi mogle poslužiti kao prihvatljivi čvorovi distributivne mreže sa svrhom bolje iskorišćenosti potencijala navedene tri luke. Takođe, ovako postavljen regionalni raspored lučkog transporta ne može efikasno funkcionisati bez adekvatne mreže kopnenog saobraćaja. Prema tome, da bi se ispitala mogućnost ovakvog koncentrisanja rečnog transporta, polazi se od hipoteze disperzije koja će biti proverena preko odgovarajućih indikatora.

Prvo se ispituje Gini indeks nejednakosti, kao mera disperzije distributivne mreže rečnih luka, preko izraza:

$$G = 1 - \sum_{k=1}^N (X_k - X_{k-1})(Y_k + Y_{k+1}) \quad (2)$$

Gde su X_k i Y_k kumulativna proporcija broja luka u k grupi luka (tri grupe na reci Dunav, Novi Sad, Beograd i Smederevo, kao i po jedna na Savi, odnosno Tisi), odnosno kumulativna proporcija protoka robe po navedenim grupama. Vrednosti ovog indeksa se nalaze između 0 i 1, gde 0 pokazuje perfektnu jednakost, a 1 perfektnu nejednakost.

Pored navedenog indeksa koristi se i Theil-T indeks kao mera redundantnosti distributivnog sistema. Redundantnost pokazuje razliku između maksimalne nesređenosti sistema i činjenične nesređenosti. Theil-T indeks se izražava kao:

$$T_T = \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i}{\bar{x}} \cdot \ln \left(\frac{x_i}{\bar{x}} \right) \right) \quad (3)$$

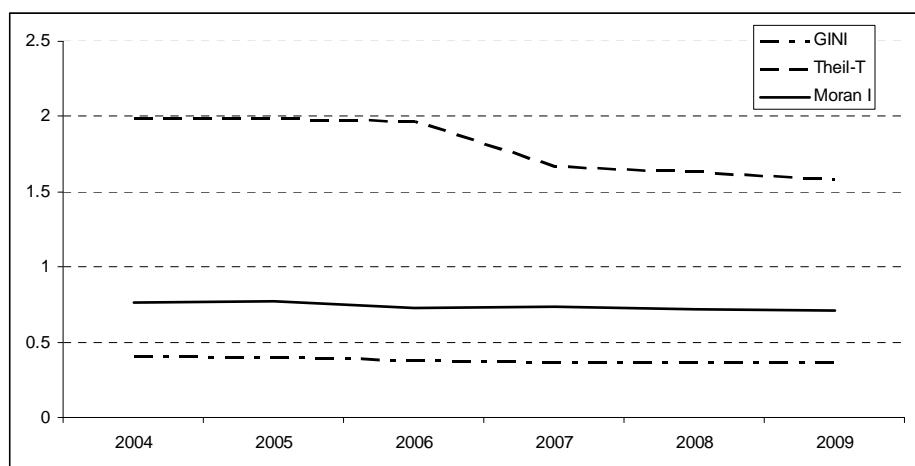
Gde je N ukupan broj luka, x_i protok robe i -te luke, a \bar{x} prosečan protok robe na nivou svih luka.

Kao dodatak navedenim pokazateljima, neophodno je imati u vidu i prostornu distribuciju luka na rečnom koritu. Prethodni pokazatelji zahtevaju rangiranja koja ne zadržavaju potreban prostorni redosled. U tom smislu, Veenstra i Noteboom (2009) predlažu upotrebu Moranove I statistike kao mere opšte prostorne autokorelisanosti preko izraza:

$$I = \frac{N}{S_0} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_i - \bar{x}) \cdot (x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

Gde je w_{ij} matrica prostornih pondera koji pokazuju geografsku povezanost regiona dužinom rečnog korita, dok je S_0 zbir svih w_{ij} .

Koristeći se podacima dostupnim u Biltenu „Saobraćaj i telekomunikacije u Republici Srbiji“ Republičkog zavoda za statistiku za 2009. godinu, o ukupnom prometu roba u period od 2004. do 2009. godine, izvršeno je obračunavanje prethodno objašnjenih pokazatelja. Rezultati su predstavljeni na slici 1.



Slika 1. Pokazatelji disperzije distributivne mreže

Na slici 1. primećuje se opadanje svih navedenih pokazatelja. Ipak još uvek je prisutan visok nivo svakog od pojedinačnih pokazatelja što objašnjava još uvek nedovoljnu razvijenost ovog vida transporta. Gini koeficijent pokazuje tendenciju ka stvaranju jednakosti u okviru distributivne mreže, ali ako se u obzir uzmu razlike u navedenom indeksu u periodu 2004-2009. godine jasno je da taj pad nije značajan, što pokazuje i Waldov test jednakosti ($\chi^2 = 0,43$, $p = 0,61$). Moranova *I* statistika pokazuje značajnu opštu prostornu autokorelaciju povezanost luka. S obzirom da se radi o pozitivnoj vrednosti navedene statistike, konstatuje se postojanje težnje većih luka da se povezuju sa većim lukama, odnosno manje sa manjim. Ovo ima smisla ako se uzme u obzir stepen ekonomske aktivnosti i prethodni rezultati centre-of-gravity metoda.

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovako definisane metodologije jeste optimizacija distributivnih centara kroz minimizaciju transportnih troškova, ali se ne sme zanemariti i potreba oživljavanja rečnog saobraćaja u našoj zemlji.

Stvaranjem efikasnijeg sistema lučkog transporta u Srbiji, prema mišljenju autora, stvorili bi se odgovarajući preduslovi za ulazak potencijalnih investitora u proces osavremenjavanja trenutnih lučkih kapaciteta Srbije, za koje je prema procenama republičke Vlade potrebno izdvojiti oko 300 miliona evra. Samo kroz investicije Srbija može dobiti odgovarajuće mesto na mapi rečnog saobraćaja Evrope i preusmeriti visoko frekventni saobraćaj Dunavskim koridorom, koji je u našoj zemlji više od 80% tranzitorne prirode, u svoju korist.

LITERATURA

- [1] Allerheiligen, R., Gill, L. (1996). Co-operation in Channels of Distribution: Physical Distribution Leads the Way, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 26(5), 49-63
- [2] Barke, M. (1986). *Transport and Trade*, Oliver & Boyd, Edinburgh
- [3] Chan, F. (2006). Design and Performance Evaluation of a Distribution Network: a Simulation Approach, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 29, 814-825
- [4] Haughton, M., Stenger, A. (1991). Comparing Strategies for Addressing Delivery Shortages in Stochastic Demand Settings, *Transport Research Part E*, 35(1), 25-41
- [5] Higginson, J. (1995). Recurrent Decision Approaches to Shipment-Release Timing in Freight Consolidation, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(5), 3-23
- [6] Rimmer, P.J., Comtois, C. (2009). China's Container – Related Dynamics, *GeoJournal*, 74(1), 35-50
- [7] Saobraćaj, skladištenje i veze (2011). Republički Zavod za statistiku
- [8] Taylor, D., Whicker, G., Usher, J. (2001). Multi-zone Dispatching in Truckload Trucking, *Transport Research Part E*, 37(5), 375-390
- [9] Veenstra, A., Noteboom, T. (2009). The Development of the Yangtze River Ports System, preuzeto 23.04.2013. sa sajta: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310001535>.



ANALYSIS OF AGV FLEET SIZING AND OPERATIONS AT PORT CONTAINER TERMINAL BY DEA

DANIJELA PJEVČEVIĆ, MILOŠ NIKOLIĆ, IVANA VUKIĆEVIĆ, KATARINA VUKADINOVIĆ, BRANKA DIMITRIJEVIĆ

Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet {daniijela; m.nikolic; i.vukicevic; k.vukadinovic; brankad}@sf.bg.ac.rs

Abstract: *This paper presents a decision making approach based on Data Envelopment Analysis (DEA) for determining an efficient container handling strategy at an automated port container terminal. Containers are unloaded from the ship by quay cranes and transported to the storage area by Automated Guided Vehicles (AGVs). The objective of this paper is to show how dispatching rules and a number of employed AGVs affect measures of effectiveness of container handling process and to compare their efficiencies using simulation modeling and DEA. Two terminal layouts were observed: parallel and perpendicular layout of container blocks. It was shown that simulation modeling and efficiency evaluation of AGV fleet operations can be useful for the planning purpose.*

Keywords: *AGV, Port Container Terminal, Layouts, Simulation, Data Envelopment Analysis*

1. INTRODUCTION

Port container terminal provides a service of container handling, more precisely, unloading containers from ships onto inland vehicles (typically trucks and trains), and vice versa, with the purpose of distributing containers to the end users. In the studied container terminal (Ioannou et al. 2001), the quay cranes were unloading containers from the ship, and containers were further transported to the storage areas by automated guided vehicles (AGVs).

The objective of this paper was to show how dispatching rules and a number of employed AGVs affect different measures of effectiveness (MOEs) of container handling (average ship turnaround time, average utilization of AGV and average utilization of quay crane), and to compare their efficiencies using Data Envelopment Analysis (DEA) for two commonly used container terminal yard layouts. Most often, analytical methods are used to solve fleet sizing problems, which are justified in deterministic context. In this study, due to presence of uncertainties in ship arrivals and container handling operations, stochastic variables were used and a simulation model was developed.

Three different AGVs dispatching rules (Liu and Ioannou, 2002) are compared in this study:

- “random” (container is transferred to the randomly selected position on the container terminal using the shortest distance rule, the priority is given to lower levels),
- the “smallest distance” (container is transferred to the closest available position on the container terminal using the shortest distance rule, the priority is given to lower levels),
- the “largest distance” (container is transferred to the farthest available position on the container terminal using the shortest distance rule, the priority is given to lower levels).

Dispatching rules and proposed employed number of AGVs were assessed using different efficiency criteria, such as maximizing system efficiency, i.e., maximizing vehicle and yard equipment utilization. Simulation experiments did not show the obvious differences in considered MOEs for proposed container handling scenarios (dispatching rules and the employed number of AGVs). Therefore, DEA method was used to rank the competitive scenarios, taking into account average ship turnaround time, number of yard cranes, average utilization of quay cranes and average utilization of AGV. To the best of our knowledge, the analysis of AGV fleet sizing and operations has not been previously done using DEA for efficiency evaluation. It was shown that DEA method is useful to test the container handling scenarios and determine an efficient one for the planning purpose.

2. RELEVANT DATA ENVELOPMENT ANALYSIS APPLICATIONS

The founders of DEA methodology, Charnes et al. (1978), have suggested a performance measurement approach for calculating the relative efficiencies of entities that are called Decision Making Units, DMUs

(Cooper et al., 2004). These units convert multiple inputs into multiple outputs. Multiple inputs ($x_i, i=1, \dots, m$) are reduced to a single ‘virtual’ input, and multiple outputs ($y_r, r=1, \dots, s$) are reduced to a single ‘virtual’ output using weight factors: v_i, μ_r . Each DMU is allowed to determine its own weights (1) with the objective of maximizing its own efficiency (a weighted sum of outputs divided by a weighted sum of inputs). This problem is defined as a fractional programming model, known as the “CCR-ratio model”, which can be reduced to the linear programming model (Cooper et al., 2005). An additional constraint is introduced (2), setting the denominator of the objective function equal to one. By inequalities (3), the efficiencies of all DMUs are restricted to lie between zero and one (0% and 100%).

The basic DEA model is formulated in the following form:

$$\text{(Max)} \quad h_k(\mu, \nu) = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\mu_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad (4)$$

$$v_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (5)$$

where:

h_k – relative efficiency of k -th DMU; n – number of DMUs that should be compared; m – number of inputs; s – number of outputs; μ_r – weight of the output r ; v_i – weight of the input i .

If the value of h_k in the objective function is equal to 1, then k -th DMU is relatively efficient. However, if it is less than 1, then DMU $_k$ is relatively inefficient and the value of h_k shows the percentage by which DMU should decrease its inputs. DMU $_k$ can be considered fully efficient, if and only if, the values of other DMUs do not provide the evidence that any of its inputs or outputs could be improved without impairing any other input or output.

With a purpose of planning dry bulk cargo handling, Pjevčević and Vukadinović (2007, 2010) analysed the inland port terminal capacity and gave proposals for capacity increase. Three different scenarios, varying labor force and loading/unloading equipment, were simulated. MOEs were collected and analysed. Using simulation results, DEA followed. It enabled efficiency analysis of proposed scenarios, and their sub-scenarios, for dry bulk cargo handling.

DEA, also, found its application in the field of analysing the efficiency of dispatching rules by ranking the dispatching rules and providing a basis for decision making (Braglia and Petroni, 1999; Kuo et al., 2008).

3. THE APPLIED RESEARCH METHODOLOGY

Assumptions for the Simulation model of the Port Container Terminal

This paper examines two types of container block placements on the container terminal:

- Layout I: Blocks are placed parallel to the Berth and containers are loaded and unloaded on the sides of each block.

Layout II: Blocks are placed perpendicular to the Berth and containers are loaded and unloaded on the ends of the blocks.

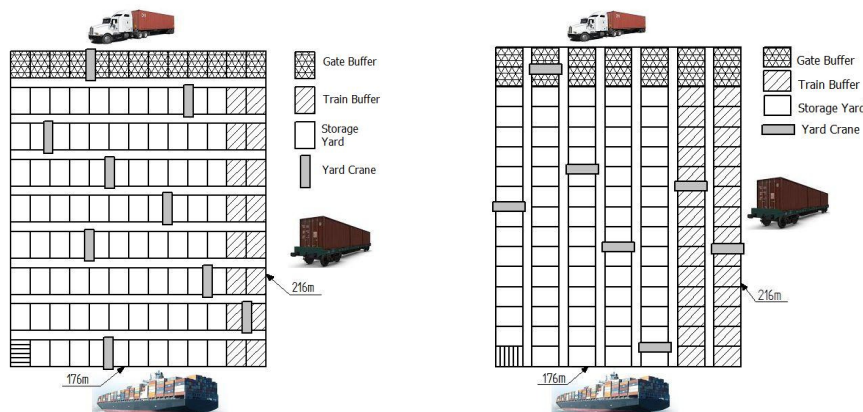


Figure 1: Parallel and perpendicular layout of container blocks on the terminal

Figure 1 shows position of blocks in layout I and the usage of the observed container terminal. This layout consists of nine container blocks; each block has 13 stacks and each stack has six containers. Gate buffer consists of one block which is the farthest one from the Berth; while the Train buffer consists of the two last cells in other eight blocks on the right side of the terminal. In both layouts, there is one yard crane per one container block; also, containers are stacked four-high. Dimensions of the layouts are identical. The difference in the number of placed containers is insignificant.

Layout II consists of seven blocks with 16 stacks each and six containers in each stack. Train buffer consists of two blocks with 14 stacks each; while Gate buffer consists of two stacks, which are farthest from the Berth, in each block. AGVs use the roads that are vertical to the Berth.

Layout and characteristics of the automated container terminal and equipment were determined based on the assumptions from the study by Ioannou et al. (2000) about expected container traffic. This paper only examined handling of import containers that arrive at port by ships, and need to be transferred from Berth to Storage yard, Gate or Train buffer.

The length of an AGV path is determined by the length and width of the shown terminal layout. AGVs are loaded at Berth and travel to assigned locations to be unloaded.

Following assumptions were used in the simulation model:

- Ships capable of carrying 2000 TEUs arrive 85% loaded.
- Ship arrival rate is represented with normal distribution with $\mu=1$ day, $\delta=0.5$ day.
- Three quay cranes are assigned to a ship. Average container crane capacity is assumed to be 36containers per hour.
- Speeds of empty and full AGVs are 16 km/h and 8 km/h, respectively.
- Time spent unloading of an AGV is 60 seconds within container storage areas. It includes time necessary for crane to pick up and lift the container and time to free the AGV.
- Unloaded containers are distributed as follows: 74% of the total number of containers arrived by ship depart to the Storage yard, 18.5% depart to Train buffer, and 7.5% depart to Gate buffer.
- The average time that containers spend on the terminal is 1.5 days with variation of 0.5 day.

Simulation experiments

AGVs were moved using following dispatching rules: “random”, the “smallest distance”, and the “largest distance”. Additionally, for each dispatching rule, number of employed AGVs was varied: 5, 8, and 10 AGVs. Trial-and-error method was used to determine the observed number of AGVs. This method gave the total of 9 scenarios for each layout.

Recorded MOEs were:

- Average ship turnaround time (average time necessary to unload containers from one ship);
- Average utilization of AGVs (AGV idle rate-the percentage of time when AGV is not in use and AGV active rate - the percentage of time when AGV is in use, including both empty and full moves of all AGVs that are employed in the process of transferring containers from the Berth to the Storage areas, and then divided by the number of those AGVs);
- Average utilization of quay cranes (the average time that all three quay cranes spend unloading containers divided by the observed time interval).

While changing the dispatching rules and the number of employed AGVs, and keeping all other inputs fixed, the simulation model showed the variation in average ship turnaround time, average utilization of AGVs and average utilization of quay cranes. Simulation model of handling import containers on automated port container terminal was developed using Java application, NetBeans IDE 6.9.1 platform.

Description of the proposed DEA Model

When import containers are unloaded from a ship, they form a queue at Berth, waiting to be transferred from Berth to Storage yard, Gate or Train buffer by AGV fleet. In this study, 18 proposed scenarios (nine for each layout) for import containers dispatching from Berth to storage areas, as DMUs, were evaluated. The objective of an AGV fleet manager is to serve container ship as fast as possible, to transfer (serve) containers to assigned locations during the shortest possible time interval and to use quay cranes as much as possible. Thus, an efficient scenario should employ AGV fleet so as to minimize average ship turnaround time and average AGV idle rate, and maximize average utilization of quay cranes.

Very important step in the DEA model development is the proper selection of inputs and outputs. After correlation analysis and the analysis of how the change in inputs and outputs impacts the efficiency of observed scenarios, the DEA model with three inputs: average ship turnaround time, number of employed AGVs, number of yard cranes, and two outputs: average utilization of quay cranes and average AGVs active rate. One of the inputs in the DEA model is number of yard cranes. All other inputs and outputs were the inputs or the results from the simulation model; however, only the number of yard cranes was determined by the terminal layouts (see Figure 1).

4. RESULTS

Results of the Simulation Experiments

Table 1 shows measures of effectiveness (average ship turnaround time, average AGV idle rate and average utilization of quay cranes) for the observed container terminal for the layout I, parallel layout of container blocks, based on simulation experiments for the period of 60 days.

Table 1: Measure of effectiveness for layout I

Measure of Effectiveness	Average ship turnaround time (days)			Average AGV idle rate			Average utilization of quay cranes			
	Random	Smallest distance	Largest distance	Random	Smallest distance	Largest distance	Random	Smallest distance	Largest distance	
Number of employed AGVs	5	1.623	1.589	1.500	0.177	0.171	0.213	0.534	0.5298	0.539
	8	1.438	1.528	1.466	0.494	0.483	0.523	0.838	0.706	0.813
	10	1.427	1.450	1.428	0.614	0.629	0.615	0.963	0.895	0.931

For the layout I, the shortest average ship turnaround time was with employment of 10 AGVs and the “random” dispatching rule. The lowest average AGV idle rate was when 5 AGVs were dispatched using the “smallest distance” rule. While the highest average utilization of quay cranes was when 10 AGVs were dispatched using “random” rule.

Table 2: Measure of effectiveness for layout II

Measure of Effectiveness	Average ship turnaround time (days)			Average AGV idle rate			Average utilization of quay cranes			
	Random	Smallest distance	Largest distance	Random	Smallest distance	Largest distance	Random	Smallest distance	Largest distance	
Number of employed AGVs	5	1.641	1.637	1.799	0.215	0.214	0.213	0.454	0.466	0.443
	8	1.306	1.340	1.328	0.383	0.391	0.416	0.498	0.515	0.512
	10	1.287	1.286	1.317	0.506	0.546	0.557	0.676	0.750	0.750

For layout II, perpendicular layout of container blocks, the shortest average ship turnaround time was when 10 AGVs were employed and the “smallest distance” dispatching rule was used. The lowest average AGV idle rate was when 5 AGVs were dispatched using the “largest distance” rule. While the highest average utilization of quay cranes was when 10 AGVs are dispatched using both the smallest and the “largest distance” rule.

Simulation results did not provide substantial differences between observed scenarios, thus, it was not possible to draw a clear conclusion of which scenario is the most suitable for the analyzed terminal. For that reason, DEA was used to analyze the efficiency of proposed scenarios and show their rank based on the data obtained from the simulation experiments.

Evaluating the Efficiency of Proposed Scenarios at Port Container Terminal

Based on the analysis of the simulation results for the observed layouts, it was not possible to make a conclusion which of the scenarios gives the best results, or to single out the number of employed AGVs or dispatching rule that would provide better MOEs.

For that reason, this study proposed the use of DEA method. DEA method provides the opportunity to evaluate the efficiency, as well as to rank competitive dispatching rules, considering average ship turnaround time, number of employed AGVs, number of yard cranes, average utilization of quay cranes and average AGV active rate.

This study evaluated 18 scenarios for containers dispatching from Berth to Storage areas. Each scenario represents a separate DMU, as follows:

DMU1, 2 and 3: Layout I – employment of 5, 8 and 10 AGVs with dispatching rule “Random”;

DMU4, 5 and 6: Layout I – employment of 5, 8 and 10 AGVs with dispatching rule “Smallest distance”;

DMU7, 8 and 9: Layout I – employment of 5, 8 and 10 AGVs with dispatching rule “Largest distance”;

DMU10, 11 and 12: Layout II – employment of 5, 8 and 10 AGVs with dispatching rule “Random”;

DMU13, 14 and 15: Layout II – employment of 5, 8 and 10 AGVs with dispatching rule “Smallest distance”;

DMU16, 17 and 18: Layout II – employment of 5, 8 and 10 AGVs with dispatching rule “Largest distance”;

Analysis of proposed scenarios at container terminal using DEA methodology was done with the purpose of finding efficient ones. For this evaluation, the inputs were average ship turnaround time, number of employed AGVs and number of yard cranes, while the average utilization of quay cranes and average AGVs active rate were the outputs. Software Efficiency Measurement System (n.d.) was used to solve suggested DEA models.

Table 3 shows inputs and outputs, as well as calculated efficiencies for the proposed DEA model.

Table 3: The efficiencies of evaluated scenarios

Scenario	Inputs			Outputs		Efficiency
	Average ship turnaround time (days)	Number of employed AGVs	Number of Yard Cranes	Average utilization of quay cranes	Average AGVs active rate	
DMU1	1.623	5	9	0.534	0.823	100.00%
DMU2	1.438	8	9	0.838	0.506	100.00%
DMU3	1.427	10	9	0.963	0.386	100.00%
DMU4	1.589	5	9	0.529	0.829	100.00%
DMU5	1.528	8	9	0.706	0.517	87.85%
DMU6	1.450	10	9	0.895	0.371	93.39%
DMU7	1.500	5	9	0.539	0.787	100.00%
DMU8	1.466	8	9	0.813	0.477	97.02%
DMU9	1.428	10	9	0.931	0.385	97.50%
DMU10	1.641	5	7	0.454	0.785	99.87%
DMU11	1.306	8	7	0.612	0.617	100.00%
DMU12	1.287	10	7	0.676	0.494	96.88%
DMU13	1.637	5	7	0.466	0.786	100.00%
DMU14	1.340	8	7	0.515	0.609	94.00%
DMU15	1.286	10	7	0.750	0.454	100.00%
DMU16	1.799	5	7	0.443	0.787	100.00%
DMU17	1.328	8	7	0.512	0.584	91.30%
DMU18	1.317	10	7	0.75	0.443	100.00%

Based on the calculated values, the following AGV dispatching rules were efficient: DMU1: Layout I – employment of 5 AGVs with dispatching rule “random”; DMU2: Layout I – employment of 8 AGVs with dispatching rule “random”; DMU3: Layout I – employment of 10 AGVs with dispatching rule “random”; DMU4: Layout I – employment of 5 AGVs with dispatching rule “smallest distance”; DMU7: Layout I – employment of 5 AGVs with dispatching rule “largest distance”; DMU11: Layout II – employment of 8 AGVs with dispatching rule “random”; DMU13: Layout II – employment of 5 AGVs with dispatching rule “smallest distance”; DMU15: Layout II – employment of 10 AGVs with dispatching rule “smallest distance”; DMU16: Layout II – employment of 5 AGVs with dispatching rule “largest distance”; DMU18: Layout II – employment of 10 AGVs with dispatching rule “largest distance”.

5. CONCLUSION

In this paper, part of the considered automated port container terminal was simulated. The observed process started from the moment of unloading containers from the container ship. Quay cranes unloaded import containers at Berth, and containers were further transported to the Storage areas using AGVs.

The objective of this study was to analyze the difference in the average ship turnaround time, average utilization of AGV and average utilization of quay crane based on the number of employed AGVs and their dispatching rules. Simulation modeling is used. The dispatching rules for AGVs movement on container terminal were “Random”, “Smallest distance”, and “Largest distance”. Also, simulation experiments varied

the number of employed AGVs: 5, 8 and 10. Collected and analyzed MOEs for both proposed layouts were the average ship turnaround time, average utilization of quay cranes and average AGV idle rates. Simulation results indicated the differences in all three observed MOEs.

Based on the simulation results analysis for the layout I, when 10 AGVs are dispatched using “Random” rule, the average ship turnaround time was the shortest and the average utilization of quay cranes was the highest. However, the lowest average AGV idle rate was with employment of 5 AGVs that were dispatched using the “Smallest distance” rule.

For layout II, the shortest average ship turnaround time was when 10 AGVs were dispatched using the “Smallest distance” rule. The lowest average AGV idle rate was while employing 5 AGVs dispatched using the “Largest distance” rule. Whereas, the highest average utilization of quay cranes was with 10 AGVs dispatched using both the smallest and the largest dispatching rule.

Based on the MOEs from the simulation results analysis, it was not possible to single out one dispatching rule or one number of employed AGVs that gave the best results. For that reason, this study used DEA methodology to evaluate the efficiency of proposed alternatives. Using basic DEA model it was found that ten scenarios were efficient.

This study pointed to the importance of the appropriate choice of both number of employed AGVs and the AGVs dispatching rule, since the terminal productivity changed with the variation in either of these two values. Furthermore, this study pointed to the fact that simulation, often the first and only choice for the planners, is not sufficient tool in deciding on the number of employed AGVs and their dispatching rules.

The results of this study, based on the simulation experiments and used DEA model, are important for planning the process of handling import containers at port container terminal. However, the cost analysis would provide more information on the observed process; thus, it could be the subject of the future work.

LITERATURA

- [1] Braglia, M., & Petroni, A. 1999. Data envelopment analysis for dispatching rule selection. *Production Planning and Control*, 10, 454–461.
- [2] Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- [3] Cooper, W., W., Seiford, M., L., & Tone, K. 2005. *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses*, Springer, (3rd ed.). New York.
- [4] Cooper, W., Seiford, M., L., & Zhu, J. 2004. *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [5] Ioannou, P., Jula, H., Liu, C.-I., Vukadinovic, K., Pourmohammadi, H., Dougherty E.Jr. 2001, Advanced Material Handling: Automated Guided Vehicles in Agile Ports. CCDoTT Technical Report, *Center for Advanced Transportation Technologies*, University of Southern California, CA, USA.
- [6] Kuo, Y., Yang, T., & Huang, G.-W. 2008. The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems. *Computers & Industrial Engineering*, 55, 80-93.
- [7] Liu, C.-I. & Ioannou, P. A., 2002. A comparison of different AGV dispatching rules in an automated container terminal, Singapore, The IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems.
- [8] Pjevčević, D. 2007, Contribution to the research of a port terminal capacity for dry bulk cargoes, Master`s thesis, University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Belgrade, Republic of Serbia. (In Serbian)
- [9] Pjevčević, D., & Vukadinović, K. 2010, Efficiency measurement of bulk cargo handling at river port using Data Envelopment Analysis, National journal: *Tehnika - Transport*, 4, 14-18. (In Serbian)



ANALIZA KVALITETA ŠPEDITERSKIH USLUGA PRIMENOM SERVQUAL MODELA

SERVQUAL MODEL FOR MEASURING QUALITY OF FREIGHT FORWARDING SERVICES

MILORAD KILIBARDA MILAN ANDREJIĆ,

Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beograd, m.kilibarda@sf.bg.ac.rs; m.andrejic@sf.bg.ac.rs

Sažetak: U radu su predstavljeni rezultati istraživanja i analize kvaliteta logističkih usluga špediterskih kompanija na tržištu Srbije. Merenje i analiza kvaliteta logističkih usluga zasnovano je na SERVQUAL modelu. Uz pomoć faktorske analize izvršeno je testiranje i validacija SERVQUAL modela i utvrđena pogodnost primena na posmatranom uzorku. Istraživanje je sprovedeno na uzorku od 126 korisnika, gde su ispitivani logistički stručnjaci koji se bave tokovima uvoza i izvoza robe, a pri tome koriste usluge špedicije. Kvalitet logističke usluge meren je kroz razliku između očekivanja i opažanja korisnika. Dobijeni rezultati su pokazali na nezadovoljavajući nivo kvaliteta usluga špediterskih kompanija.

Ključne reči: Kvalitet, Logistička usluga, Špedicija, SERVQUAL model

Abstract: Logistics service quality of freight forwarding companies in Serbia is analyzed in this paper. The measurement process is based on the SERVQUAL model. The factor analysis is used for testing and validation of the SERVQUAL model as well as for appropriateness determination in the observed sample. The survey was conducted on a sample of 126 customers. Interviewed customers are import and export logistics experts. The quality of logistics services is measured by the difference between customers' expectations and perceptions. The results show that quality of logistics service in freight forwarding companies is low.

Key words: Quality, Logistics service, Freight forwarding, SERVQUAL model

1. UVOD

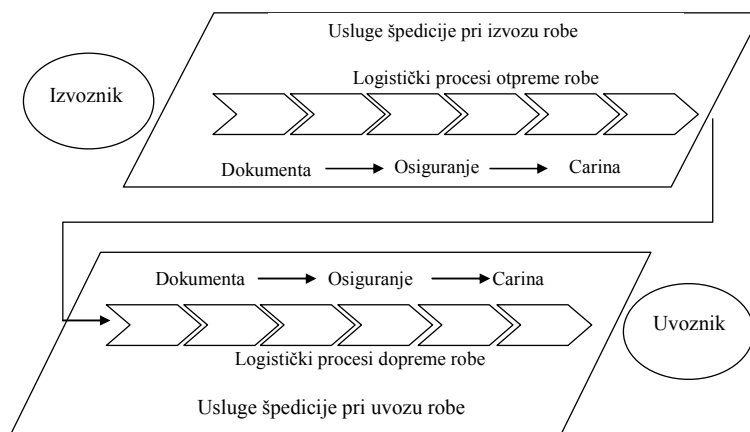
Poslednje dve decenije dogodile su se značajne promene u logistici i špediciji na tržištu Srbije. Novi tržišni trendovi, privatizacija, privredna tranzicija, uključivanje u otvorena i globalna tržišta značajno su promenili način poslovanja špediterskih kompanija. Ranije su špedicije uglavnom bile usmerene na carinske procedure, pripremu dokumenata i posredovanje u transportu, a danas teže da ponude i pruže širok spektar logističkih usluga. Pretežno su orijetisane na organizaciju i realizaciju uvoznih i izvoznih robnih tokova. Tradicionalne špediterske kompanije prerastaju u logističke provajdere, koji posluju u vrlo strogim tržišnim uslovima i stalno teže da posao učine konkurentnim i profitabilnim.

Međutim, navedene težnje mogu ostvariti samo ukoliko nude i pružaju kvalitet usluga, koji će u potpunosti zadovoljiti zahteve i očekivanja korisnika. Cena usluga nije više dovoljan instrument za osvajanje novih, a pogotovo zadržavanje postojećih korisnika. U svetu su kvalitet usluge i logistička izvrsnost odavno prepoznati kao ključne komponente tržišnog poslovanja, stvaranje prihoda i profitabilnosti. Špediterske kompanije imaju stalnu dilemu i pitanje koji kvalitet usluga korisnik zahteva i očekuje, odnosno u kojoj meri ponuđene i pružene usluge zadovoljavaju očekivanja korisnika. Da bi uspešno odgovorili na postavljena pitanja moraju neprekidno meriti, pratiti i unapređivati kvalitet usluga. Međutim na tržištu Srbije nije bilo značajnijih istraživanja i merenja kvaliteta logističkih i špediterskih usluga. Navedene činjenice su inicirale i motivisale autore da sprovedu konkretna istraživanja i rezultate predstave u ovom radu. Osnovni cilj rada je da se utvrdi nivo kvaliteta usluga koji pružaju špediterske kompanije na tržištu Srbije. Analiza kvaliteta usluga izvršena je uz pomoć SERVQUAL modela, jednog od najpoznatiji instrumenata za merenje kvaliteta usluga (Parasuraman i dr., 1988).

Rad je organizovan na sledeći način. U drugom delu rada predstavljen je problem istraživanja. U trećem delu rada predstavljen je postupak istraživanja, a u četvrtom delu dobijeni rezultati. Na kraju su data zaključna razmatranja.

2. OPIS PROBLEMA

U Srbiji je preko 2000 kompanija registrovano za špeditersku delatnost, od čega oko 800 kompanija ima značajnije učešće u uvoznim i izvoznim robnim tokovima, dok preko 70 % svih usluga u uvozu i izvozu pruža oko 100 najvećih špedicija (Slika 1). Špediterske kompanije realizuju oko 95 % međunarodnih robnih tokova i u 2011. godinu ostvarile su robni promet od oko 3 miliona tona, odnosno obradile su oko 900000 carinskih deklaracija. Prosečan finansijski promet kompanija kreće se u granicama od 2 do 30 miliona \$ godišnje.



Slika 1: Osnovne usluge špedicije u uvoznim i izvoznim robnim tokovima

Novi trendovi i tržišne promene doveli su do vrlo oštre konkurencije na logističkom tržištu. Logističke i špediterske kompanije pokušavaju da kroz različita rešenja pobede konkurenciju i ostvare značajno tržišno učešće. Jedan od bitnih instrumenta uspešne tržišne utakmice je svakako kvalitet usluga. Međutim, u dosadašnjem poslovanju špediterske kompanije, na tržištu Srbije, nisu posvećivale nužnu pažnju kvalitetu. Mnogo više su se bavile cenama i drugim elementima poslovanja. Pretpostavka je da kvalitet usluga nije na odgovarajućem nivou i da ne zadovoljava očekivanja korisnika. Špediterske i logističke kompanije nisu sigurne koji kvalitet usluge korisnici očekuju niti kako oni opažaju i ocenjuju kvalitet pruženih usluga. Bez tih saznanja nije moguće poboljšanje kvaliteta, jer da bi se nešto poboljšalo prvo je potrebno to izmeriti. Smatra se da na području kvaliteta postoje značajne mogućnosti poboljšanja ukupnog poslovanja. Da bi se navedene pretpostavke i potvrdile, odnosno definisali pravci eventualnih poboljšanja prvo je potrebno izvršiti merenje i analizu kvaliteta usluga. Ovo istraživanje je upravo sprovedeno u te svrhe, sa zadatkom da se detaljnije sagleda ova problematika i pokuša da definiše postupak merenja kvaliteta logističke usluge, a koji se zasniva na poznatom SERVQUAL modelu. Cilj je da se što bolje sagledaju očekivanja korisnika i da se utvrditi u kojoj meri špediterske kompanije ispunjavaju ta očekivanja, odnosno da se oceni koji kvalitet usluga pružaju. Autori su težili da kroz dobijene rezultate stvore podlogu na bazi koje se mogu predložiti mere i rešenja vezana za uvođenje i poboljšanje kvaliteta usluga špediterskih i logističkih kompanija. U narednom delu rada predstavljeni su postupci i rezultati istraživanja.

3. POSTUPAK ISTRAŽIVANJA

3.1. Izbor uzorka

Uzorak je izabran u skladu sa ciljem istraživanja. Uzorak čine korisnici logističkih i špediterskih usluga u uvoznim i izvoznim tokovima na tržištu Srbije. Izabrani i ispitivani su logistički menadžeri, koji se nalaze na strateškom nivou odlučivanja u trgovačkim, distributivnim i proizvodnim kompanijama. Na taj način je obezbeđena strateška važnost istraživanja. Ispitanici su izabrani na slučajan način sa spiska svih uvoznika i izvoznika, prema podacima Carinske uprave Srbije. Podaci su prikupljeni od logističkih stručnjaka, koji se u svojim kompanijama bave tokovima uvoza i izvoza robe i koji pri tome koriste usluge špedicije. Za prikupljanje podataka korišćen je web-based anketni metod, u skladu sa smernicama utvrđenim u radu Griffis, Goldsby i Cooper (2003). Ispitanici su kontaktirani e-mail i zamoljeni su da preko interneta popune anketni upitnik. Da bi se povećala stopa odgovora ispitanici su kroz prijateljski podsetnik podsećani i podsticani da popune anketni upitnik.

Od 126 poslatih e-mailova, 30 je vraćeno neisporučeno i na taj način izbrisano iz uzorka, što je rezultiralo da neto potencijalni uzorak ima 96 ispitanika. Od toga je popunjeno 82 upitnika, od čega je 15 upitnika bilo samo delimično popunjeno i na kraju je ostalo 67 (53,2%) upotrebljivih upitnika. Većina ispitanika je na

poziciji menadžera za logistiku (82,6%), dok je 11,7% na poziciji podpredsednika, predsednika ili generalnog menadžera kompanije. Ostalih 5,7% ispitanika zaposleno je na različitim logističkim pozicijama.

Kao što su predložili Kumar, Stern, i Anderson (1993), kompetentnost ispitanika je ocenjena na osnovu njihovih ličnih podataka. Smatra se da kompetentnost, odnosno pristrasnost ne bi trebalo da bude problem u ovoj studiji, jer 95 % ispitanika se nalazi ili se nalazilo na nivou logističkog menadžera ili više. Prosečno radno iskustvo ispitanika u logistici je 9,2 godine, a na sadašnjim pozicijama su proveli u proseku 5,6 godina.

3.2. Definisane anketnog upitnika

Anketni upitnik sadrži tri dela. Prvi deo sadrži pitanja koja se odnose na opšte podatke o korisniku. Drugi deo sadrži pitanja vezana za očekivanja korisnika u pogledu kvaliteta usluge koju pružaju špediterske kompanije, a treći deo se odnosi na opaženi kvalitet pružene usluge. U istraživanju je korišćen originalni SERVQUAL upitnik sa 22 stavke, preko koji se korisnik izjašnjava o očekivanom i opaženom kvalitetu. U principu SERVQUAL upitnik se sastoji od dve sekcije: sekcija očekivanja (22 iskaza vezana za očekivanja) i sekcija percepcija (22 iskaza vezana za opažanja korisnika). Svaka stavka se ocenjuje upotrebom Likertove skale u rasponu od 1 – nizak nivo očekivanja (opažanja) do 7 visok nivo očekivanja (opažanja). Tako na primer, kada se korisnik izjašnjava o očekivanju u odnosu na tvrdnju „ABC kompanija insistira na usluzi bez greške“ vrednost 1 znači da to nije uopšte važno, a vrednost 7 da je to od suštinskog značaja za korisnika (1= nije uopšte važno, a 7= to je od suštinskog značaja). Isto tako, kada se meri opaženi kvalitet po istoj tvrdnji od korisnika se traži da odgovori na skali od 1 (uopšte se ne slažem sa tvrdnjom) do 7 (apsolutno se slažem sa tvrdnjom).

3.3. Opis i testiranje modela

Jedan od najpoznatiji pristupa za merenje kvaliteta usluge je SERVQUAL model (*A Multiple Items Scale for Measuring Customer Perceptions of Service Quality*), koji je razvijen davne 1985 godine, a kasnije više puta modifikovan i dograđivan (Parasuraman i dr., 1988). Suština ovog pristupa jeste u merenju kvaliteta usluge preko razlike između opažanja i očekivanja korisnika. U principu nivo kvaliteta usluge (Q) predstavlja sumu razlika između opaženih (P_j) i očekivanih (O_j) vrednosti posmatranog j -tog atributa ($j=1, J$), uzimajući u obzir relativni značaj posmatranih atributa. (w_j), što se može predstaviti kao:

$$Q = \sum_{j=1}^K W_j (P_j - O_j) \quad (1)$$

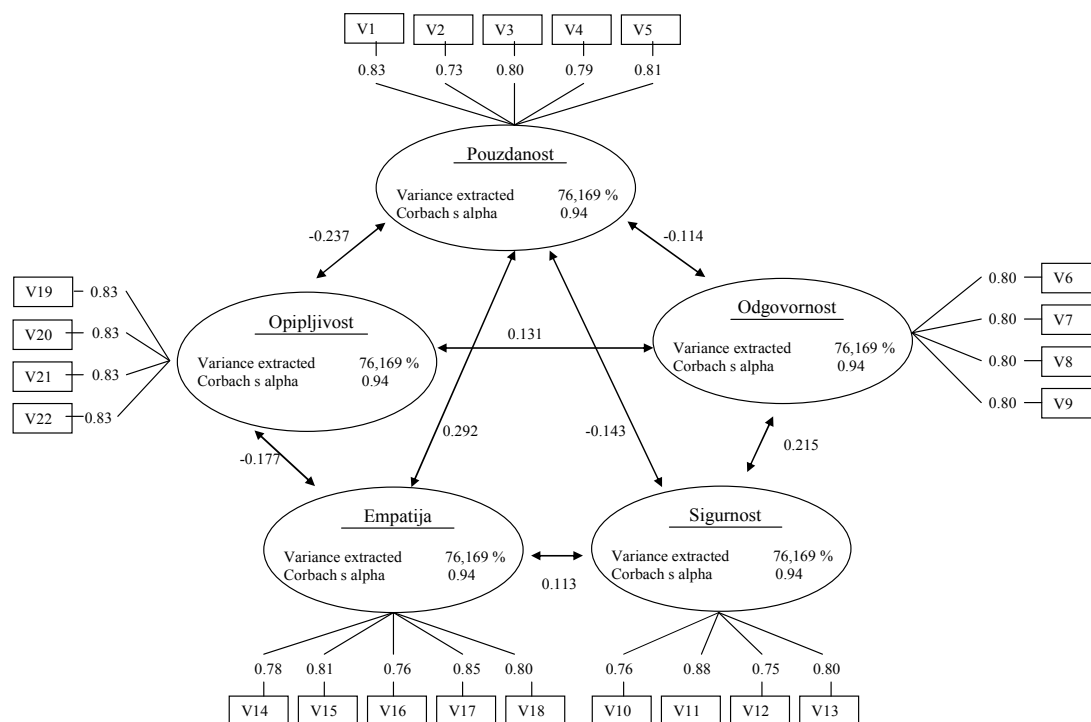
Ovaj alat je zasnovan na Likertovoj skali sa 22 promenljive veličine, vezane za merenje pet dimenzija kvaliteta usluge: pouzdanost, odgovornost, sigurnost, empatija i opipljivost. Može se koristiti u različitim uslužnim sistemima, ali je uglavnom namenjen postojećim ili bivšim korisnicima, koji imaju određena saznanja i iskustva vezana za nosioca usluga. Značajna je primena SERVQUAL i na području logističkih usluga (Neo, Xie i Tsui, 2004, Brensinger i Lambert, 1990, Kilibarda i Andrejić, 2010). Mnogi autori su kritikovali upotrebu SERVQUAL metode kao opšteg instrumenta za merenje kvaliteta usluge. Kritike su dolazile i sa konceptualnog i sa empirijskog stanovišta (Carman 1990, Cronin i Taylor, 1992). Uglavnom su se odnosile na univerzalnost primene originalne SERVQUAL skale, gde kritičari ističu da se model prilikom primene mora prilagoditi konkretnom uslužnom sistemu i specifičnostima merenih dimenzija kvaliteta. Međutim, model u svom originalnom i poboljšanom izdanju nastavlja da se primenjuje u naučnoistraživačkim i primenjenim studijama U početku je model korišćen za merenje usluga finalnim potrošačima, a potom i u industrijskom sektoru i za poslovne korisnike, gde su dobijani različiti rezultati, a mišljenja o validnosti modela su podeljena.

Imajući u vidu sve navedene dileme, pre primene SERVQUAL instrumenta u ovom istraživanju izvršeno je njegovo testiranje i validacija preko faktorske analize, odnosno metode zajedničkih faktora. Prethodno je ocenjena pogodnost uzorka za primenu faktorske analize. Jedan od preduslova za primenu analize je korelacija između izvornih promenljivih. Ispitivanjem korelacije utvrđeno je da Kaiser-Meyer-Olkinova mera adekvatnosti uzorka iznosi 0.846 (Stewart, 1981), a Bartletov test sferičnosti (647,385) značajan je na nivou 1 %, što pokazuje da je uzorak prikladan za faktorsku analizu (Steward, 1981).

Nakon provere uzorka sprovedena je analiza zajedničkih faktora primenom SPSS procedure, a dobijeni rezultati su prikazani na slici 2. Rezultati pokazuju da svaki od pet SERVQUAL faktora objašnjavaju visok procenat ukupne varijacije (od 60,91 % kod empatije do 76,169 % kod odgovornosti). Smatra se da je prihvatljivo ono rešenje koje objašnjava preko 60 % ukupne varijance (Hair i dr. 1998).

Pouzdanost SERVQUAL instrumenta je utvrđena preko Corbach s alpha koeficijenta čija se vrednost kreće od 0.776 do 0.946 (Slika 2). Kako su ove vrednosti znatno veće od 0.7 smatra se da je uslov pouzdanosti ispunjen i da je prihvatljivo da pet SERVQUAL dimenzija predstavljaju ključne faktore (Nunnally i Bernstein, 1994).

Konvergentna validnost i dimenzionalnost SERVQUAL instrumeta testiran je preko faktorski opterećenja, koja govore o povezanosti faktora i pripadajućih promenljivih i to (Slika 2): *pouzdanost* (*V1* - kada ABC kompanija obeća da će nešto učiniti u određenom periodu vremena, ona to i ispuni; *V2* - kada korisnik ima problem, ABC kompanija pokazuje iskreno interesovanje da taj problem reši; *V3* - ABC kompanija pruža odgovarajuće usluge od prvog puta pa nadalje; *V4* - ABC kompanija će obezbediti usluge u obećano vreme; *V5* - ABC kompanija insistira na usluzi bez greške), *odgovornost* (*V6* - ABC kompanija će informisati korisnike o tome kada će tačno usluga biti izvršena; *V7* - zaposleni u ABC kompaniji će obezbediti brzu uslugu korisnicima; *V8* - zaposleni u ABC kompaniji će biti spremni da pomognu korisnicima u svakom trenutku; *V9* - zaposleni u ABC kompaniji nikada neće biti prezauzeti da odgovore na zahteve korisnika), *sigurnost* (*V10* - ponašanje zaposlenih u ABC kompaniji uliva poverenje korisnicima; *V11* - korisnici se osećaju sigurno u poslovanju sa ABC kompanijom; *V12* - zaposleni u ABC kompaniji su uvek ljubazni prema korisnicima; *V13* - zaposleni u ABC kompaniji imaju znanje da odgovore na pitanja korisnika), *empatija* (*V14* - ABC kompanija pruža individualnu pažnju korisniku; *V15* - zaposleni u ABC kompaniji upućuju korisnicima ličnu pažnju; *V16* - ABC kompanija imaće u fokusu pažnje ono što je najbolje za korisnika; *V17* - zaposleni u ABC kompaniji razumeju specifične potrebe korisnika; *V18* - ABC kompanija ima radno vreme koje odgovara potrebama svih korisnika), *opipljivost* (*V19* - ABC kompanija ima opremu modernog izgleda; *V20* - ABC kompanija ima vizuelno privlačan ambijent; *V21* - zaposleni u ABC kompaniji su urednog izgleda; *V22* - materijali povezani sa uslugama su vizuelno privlačni). Standardna faktorska opterećenja u svim slučajevima iznose preko 0.5, što obezbeđuje podršku za konvergentnu validnost SERVQUAL dimenzija (see Fornell i Larcker, 1981; Gerbing i Anderson, 1988;). Procenjena je statistička značajnost faktorskih opterećenja i utvrđeno da su sve t-vrednosti veće od 10 (za $p < 0.001$), što ukazuje na jaku povezanost promenljivi u okviru posmatranih faktora.



Slika 2: Povezanost faktora i pripadajućih promenljivih

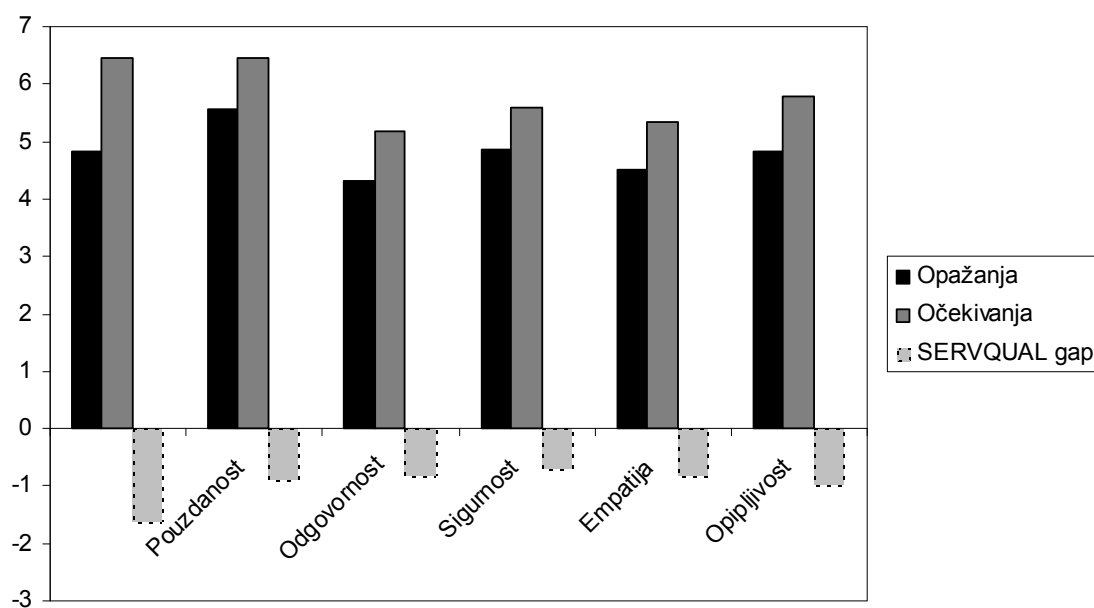
Pošto su rezultati sprovedenih testiranja potvrdili validnost i pogodnost primene SERVQUAL instrumenta, na posmatranom uzorku, prešlo se na ocenu kvaliteta usluge, odnosno utvrđivanje i testiranje SERVQUAL gepa. Dobijeni rezultati su prikazani u narednom delu rada.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Kvalitet usluge špediterskih kompanija ocenjuje se preko SERVQUAL gega, tj. razlike između opaženih i očekivanih vrednosti po dimenzijama SERVQUAL skale. Ukoliko je ta razlika pozitivna smatra se da korisnik dobija zadovoljavajući kvalitet, a ukoliko je razlika negativna kvalitet usluge nije zadovoljavajući. U tabeli 1 i na slici 3. date su prosečne opažene i očekivane vrednosti, kao i SERVQUAL gep po pet osnovnih dimenzija kvaliteta usluge. Kako je prethodno utvrđeno, primenom testa Kolmogorov Smirnov, sve promenljive su normalno distirbuirane, te je primenjen t-test, da bi se utvrdila statistička značajnost SERVQUAL gega. Na osnovu dobijenih rezultat i t-vrednosti (t-vrednosti su veće od 10 za $p < 0.001$), može se zaključiti da postoji značajna razlika između očekivanog i opaženog kvaliteta, po svim SERVQUAL dimenzijama. Po svakoj dimenziji opažene vrednosti su manje od očekivanih, što ukazuje na nezadovoljavajući nivo kvaliteta špediterske usluge. Ukupna prosečna vrednost SERVQUAL gega iznosi -0.9826. Najveća vrednost se odnosi na dimenziju pouzdanost (-1,661), a najmanji na dimenziju empatija (-0.714), što znači da se najniži nivo kvaliteta odnosi na pouzdanost usluga, a najviši na empatiju.

Tabela 1: Razlika između opaženog i očekivanog kvaliteta usluge

Dimenzije	Opazanja	Očekivanja	SERVQUAL gap	T- vrednosti	p-vrednost
	P	O	P-O		
Pouzdanost	4.836	6.447	-1.611	23.46	0.000
Odgovornost	5.548	6.452	-0.904	16.75	0.000
Sigurnost	4.332	5.164	-0.832	11.56	0.000
Empatija	4.865	5.597	-0.714	17.84	0.000
Opipljivost	4.513	5.347	-0.834	29.36	0.000
Ukupno SERVQUAL gap	4.818	5.801	-0.982	12.47	0.000



Slika 3: Odnos opaženog i očekivanog kvaliteta

5. ZAKLJUČAK

Istraživanja su pokazala da se problematici kvaliteta špediterskih usluga ne posvećuje nužna pažnja. Skroman je broj studija i istraživanja koja se bave ovom problematikom. Prema saznanjima autora, ovo je prvi rad koji se bavi kvalitetom usluga špediterskih kompanija na tržištu Srbije. Dobijeni rezultati pokazuju da kvalitet usluge, koji pružaju špediterske kompanije na tržištu Srbije, nije na odgovarajućem nivou i da ne ispunjava očekivanja korisnika. Potrebno je poboljšanje. Preduslov poboljšanja je merenje kvaliteta usluge. Zbog značajnih specifičnosti, koje karakterišu logističke i špediterske usluge potrebno je razvijati i primenjivati

različite pristupe, modele i metode merenja kvaliteta. Jedan od pristupa predstavljen je u ovom radu. Nasuprot, početnim rezervama koje su autori imali prema SERVQUAL skali, u procesu testiranja i validacije utvrđena je pogodnost primene ovog instrumenta, na posmatranom uzorku. Rezultati jasno ukazuju da postoji značajna razlika između opažanja i očekivanja korisnika, po svih pet SERVQUAL dimenzija. Međutim bilo bi interesantno koristiti neke druge pristupe i modele, te dobijene rezultate uporediti sa rezultatima ovog istraživanja. U istraživanju je utvrđen nezadovoljavajući kvalitet usluge, ali nisu detaljnije sagledani uzroci lošeg kvaliteta. Iako se neki uzroci mogu identifikovati na osnovu dobijenih odgovora preko SERVQUAL upitnika, bilo bi potrebno detaljnije analizirati uzroke lošeg kvaliteta, jer samo kroz eliminaciju i smanjenje uticaja uzroka moguće je poboljšati kvalitet usluge. Uzroci mogu biti u domenu tehnologije, informacija, lokacije, organizacije, ljudski resursa i slično. Posebno je potrebno dodatno istražiti dimenzije usluge, za koje je utvrđen nizak nivo kvaliteta. Prema, dobijenim rezultatima najlošije je ocenjena pouzdanosti, što govori da bi špeditorske kompanije u Srbiji trebalo da posebnu pažnju posvete ovoj dimenziji kvaliteta. Empatija je najbolje ocenjena dimenzija kvaliteta usluge, mada i ona ima negativnu vrednost SERVQUAL gega.

NAPOMENA

Ovaj rad je delimično podržan od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, projekat TR 36006, za period 2011-2014.

LITERATURA

- [1] Brensinger, R.P., Lambert, D.M. (1990). Can the SERVQUAL scale be generalized to business to business services ? In: Knowledge development in marketing: AMA's Summer Educators, Conference Proceedings, Chicago: American Marketing Association, 289.
- [2] Carman, J.M. (1990). Consumer perceptions of service quality: An assessment of the SERVQUAL dimensions, *Journal of retailing*, Vol. 66, No. 1, pp.33-55.
- [3] Cronin, J.J. and Taylor, S.A. (1992). Measuring service quality: a reexamination and extension', *Journal of Marketing*, Vol. 56 No.3, pp.55-68.
- [4] Griffis, S.E., Goldsby, T.J. and Cooper, M. (2003). Web-Based and Mail Surveys: A Comparison of Response, Data and Cost, *Journal of Business Logistics*, Vol. 24 No.2, pp.237-258.
- [5] Gerbing, D.W. and Anderson, J.C. (1988). An updated paradigm for scale development incorporating unidimensionality and its assessment, *Journal of Marketing Research*, Vol. 25 No.2, pp.186-192.
- [6] Fornell, C. and Larcker, D.F. (1981). Evaluating structural equations models with unobservable variables and measurement error, *Journal of Marketing Research*, Vol. 18 No.3, pp.39-50.
- [7] Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L. and Black, W. (1998). *Multivariate Data Analysis*, 5th ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- [8] Kilibarda M., Andrejić M., (2010). Servqual model za merenje kvaliteta logističke usluge, *Menadžment totalnim kvalitetom & izvrsnost*, No 1-2., Vol 38., crp. 556-560., Beograd
- [9] Kumar, N., Stern, L.W. and Anderson, J.C. (1993). Conducting Interorganizational Research using Key Informants, *Academy of Management Journal*, Vol. 36 No.6, pp.1633-1651.
- [10] Neo H.Y., H.M. T.K.W.(2004), Service quality analysis: case study of 3PL, *Int. J.Logistics Systems and Management*, Vol. No 1, pp.64 – 80.
- [11] Nunnally, J.C. and Bernstein, I.H. (1994). *Psychometric Theory*, 3rd ed., McGraw-Hill, New York.
- [12] Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L.L., (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality, *Journal of Retailing*, Vol. 64 No.1, pp.12-40.
- [13] Stewart, D.W. (1981). The Application and Misapplication of Factor Analysis in Marketing Research, *Journal of Marketing Research*, Vol. 18, pp.51-62.



REŠAVANJE PROBLEMA PUTUJUĆEG SERVISERA SA VREMENSKIM PROZORIMA PRIMENOM GENETSKOG ALGORITMA

GENETIC ALGORITHM APPROACH TO SOLVING TRAVELING REPAIRMEN PROBLEM WITH TIME WINDOWS

NENAD BJELIĆ, MILORAD VIDOVIĆ, DRAŽEN POPOVIĆ, BRANICLAVA RATKOVIĆ

Saobraćajni fakultet, Beograd,

n.bjelic@sf.bg.ac.rs, mvidovic@sf.bg.ac.rs, d.popovic@sf.bg.ac.rs, b.ratkovic@sf.bg.ac.rs

Rezime: *Problem putujućeg servisera sa vremenskim prozorima (eng. Traveling Repairman Problem with Time Windows - TRPTW) je problem koji ima velike mogućnosti primene u logističkim procesima koji teže da minimizuju ukupno vreme koje klijenti provedu u sistemu. U radu je razmatran slučaj TRPTW problema u kome je prisutno više heterogenih servera. Problem je rešavan pristupom zasnovanom na tehnici genetskih algoritma i testirana je efikasnost četiri načina ukrštanja jedinki iz populacije na jednom skupu TSPTW benchmark problema prilagođenom karakteristikama TRPTW-a.*

Ključne reči: *Problem putujućeg servisera sa vremenskim prozorima, genetski algoritam, operativno planiranje.*

Abstract: *Traveling Repairman Problem with Time Windows (TRPTW) is a theoretical problem with great practical applicability within logistics systems oriented toward minimizing overall time clients spend in the system. Here, we consider a TRPTW case where a fleet of heterogeneous servers is used for serving clients. We solved the problem by implementing genetic algorithm technique and tested efficiency of four crossover operators on one set of TSPTW benchmark problems adjusted to TRPTW characteristics.*

Keywords: *Traveling repairman problem with time windows, genetic algorithm, operational planning.*

1. UVOD

Problem putujućeg servisera (eng. Traveling Repairman Problem - TRP) je poseban slučaj dobro poznatog problema trgovačkog putnika (eng. Traveling Salesman Problem - TSP). Suštinska razlika između ova dva problema je u tome što je "egocentrični" trgovački putnik u TSP-u usredsređen da u toku planskog perioda obiđe sve klijente po jedanput sa ciljem da minimizuje ukupno vreme potrebno za realizaciju zadatka, dok "altruistični" (Ausiello i ostali, 2000) serviser u TRP-u, pored toga što je takođe usredsređen na to da obiđe sve klijente po jednom, ima za cilj da minimizuje ukupno vreme koje svi klijenti provedu u sistemu čekajući na završetak opsluge. Kao poseban slučaj TSP-a, TRP spada u klasu NP-hard problema kombinatorne optimizacije. Međutim, specifičnost ciljne funkcije TRP-a, usled njene kumulativne prirode, čini pronalaženje rešenja ovog problema daleko kompleksnijim nego što je to slučaj za ekvivalentni TSP problem.

Ciljna funkcija definisana u TRP-u ima brojne praktične primene u realnim sistemima koji su prvenstveno okrenuti ka zadovoljenju klijenata. U skladu sa tim, TRP nalazi primenu u brojnim logističkim sistemima, a neki od problema u kojima je moguće primeniti ga su: plansko i vanredno održavanje opreme, hitna isporuka i preuzimanje pošiljaka od klijenata, upravljanje vremenskom raspoloživošću specijalizovanih pretovarnih i građevinskih mašina (dizalice velike nosivosti, pumpe za izlivanje betona na velikim visinama i sl.). Još jedan dokaz o značaju i praktičnoj primeni ovog problema je i to da je on u literaturi poznat i kao problem putujućeg dostavljača (eng. Traveling Deliverer Problem), problem minimalnog kašnjenja (eng. Minimal Latency Problem) i kumulativni kapacitivni rutin problem (eng. Cumulative Capacitated Vehicle Routing Problem).

Velika većina radova koji su do sada objavljeni posmatra TRP u kome su svi zadaci prisutni u sistemu na početku planskog perioda, tj. sistem u kome opsluga korisnika počinje odmah po pristizanju servisera u lokaciju zadatka. U realnim sistemima, međutim, ova pretpostavka ne mora uvek da važi. Naime, vrlo su česte situacije da dolazak servisera na lokaciju zadatka pre definisanog trenutka raspoloživosti zadatka

ujedno znači i čekanje servisera na trenutak kada zadatak postaje raspoloživ za opslugu. Na primer, preuzimanje pošiljke od klijenta nije moguće pre nego što je ista pripremljena za otpremu; neophodne popravke na trafo stanici, u skladu sa planom održavanja, nije moguće realizovati pre javnosti obznanjenog termina usled mogućih oštećenja opreme korisnika koji se oslanjaju na objavljeni plan isključenja; isporuka pošiljaka klijentima nije moguća pre otvaranja lokacija na kojima se isporuke vrše; itd. Iz tog razloga u ovom radu je akcenat stavljen na TRP problem u kome je respektovana mogućnost da svi klijenti koje je potrebno servisirati nisu prisutni u sistemu od početka planskog perioda. Pored toga razmatrani problem je generalizovan pretpostavkom da opslugu zadataka vrši flota servisera koji su heterogeni po pitanju intenziteta opsluge i brzine kretanja između lokacija zadataka. Na osnovu prethodno iznetog, posmatrani problem se može klasifikovati kao heterogeni problem putujućeg servisera sa vremenskim prozorima (eng. heterogeneous Traveling Repairmen Problem with Time Windows – hetTRPTW). Treba naglasiti da su u slučaju hetTRPTW-a vremenski prozori otvoreni sa desne strane, tj. da ne postoji vremensko ograničenje po pitanju trenutka do kada se mora izvršiti opsluga zadataka.

Motiv za istraživanje usmereno ka rešavanju hetTRPTW-a je značaj koji ovaj problem ima u sistemima okrenutim klijentima, naročito ako se ima u vidu da je ovaj problem do sada u literaturi rešavan samo primenom algoritma za promenljivu pretragu okruženja postojećeg najboljeg rešenja (eng. Variable Neighborhood Search – VNS). Iz tog razloga cilj ovog istraživanja je predlog i analiza efikasnosti primene genetskog algoritma (GA) kao metode za rešavanje hetTRPTW-a. U skladu sa tim, u 2. poglavlju je dat kratak pregled literature vezane za rešavanje raznih varijanti TRP-a. Nakon toga, u poglavlju 3 predstavljeni su detalji genetskog algoritma korišćenog za rešavanje problema. U poglavlju 4 je dat opis numeričkih eksperimenata na kojima je testirana efikasnost predloženih algoritama, dok su u poglavlju 5 prikazani dobijeni rezultati i dat zaključak.

2. PREGLED LITERATURE

Literatura u vezi hetTRPTW-a je vrlo limitirana i svodi se na jedan rad (Bjelić i ostali, 2013) u kome su autori predstavili problem, formulisali ga kao problem linearnog programiranja (LP) i predstavili donju vrednost (lower bound) ciljne funkcije rešenja. Pored toga, usled nemogućnosti rešavanja problema realnih dimenzija kao LP-a, autori su predstavili dva heuristička algoritma zasnovana na principima VNS algoritma. Prvi heuristički algoritam u potpunosti sledi proceduru propisanu VNS heuristikom, dok drugi u obzir uzima osobine problema kako bi, na uštrb relativno malog pogoršanja kvaliteta rešenja, uticali na redukciju vremena realizacije algoritma.

Pored ovog rada koji za problematiku ima hetTRPTW, prisutan je i rad (van der Meer, 2000) koji posmatra homTRPTW, tj. varijantu problema u kome je umesto heterogene prisutna homogena flota servisera. U tom radu autor je koristio postavku hetTRPTW-a za rešavanje problema operativnog upravljanja flotom automatski vođenih vozila u različitim uslovima funkcionisanja sistema. U slučaju kada se upravljanje realizuje u off-line modu autor je predložio model mešovitog celobrojnog linearnog programiranja (eng. mixed integer linear programming - MILP) kao način za donošenje upravljačkih odluka, dok je za slučaj problema velikih dimenzija predložio heuristički algoritam ubacivanja (eng. insertion algorithm).

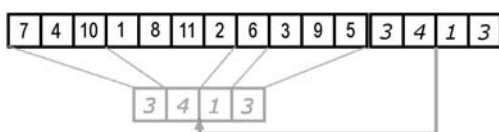
Stanje sa literaturom koja se tiče verzije hetTRPTW-a sa samo jednim serviserom (TRPTW) nije ni malo bolje. Naime, i u ovom slučaju postoje samo dva rada koja obrađuju verziju TRP-a sa vremenskim prozorima. U radu (Tsitsikils, 1992.) autor je predstavio ili polinomialne algoritme, ili dokaze o NP-complete kompleksnosti nekih specijalnih slučajeva TRPTW-a. Preciznije, autor je u tom radu pokazao da za slučaj TRPTW-a u kome su definisana samo vremena pojave zadatka, problem je jako NP-kompletan čak iako je broj čvorova u mreži ograničen na jedan. U radu Hailporn i ostali (2012) autori su formulisali TRPTW preko formulacija zasnovanih na mrežnim protocima i sekvencijalnim dodelama. Za rešavanje TRPTW-a autori su predstavili i egzaktne i heurističke algoritme.

Suprotno od verzija TRP-a koje uključuju vremenske prozore, sam TRP je bio predmet u velikom broju istraživanja koje se mogu naći u literaturi. Tako je varijanta TRP-a u kojoj se opsluga vrši flotama koje sadrže više od jednog servisera bila predmet radova Nguveu i ostali (2010) i Ribeiro i Laporte (2012). Nguveu i ostali (2010) su u svom radu predstavili efikasan memetski algoritam za rešavanje problema velikih dimenzija, dok su Ribeiro i Laporte (2012) unapredili rezultate iz 2010. korišćenjem heurističkog algoritma zasnovanog na prilagodljivom algoritmu pretrage velikih okruženja (eng. adaptive large neighborhood search algorithm). Za detaljan pregled literature vezane za TRP, kao i za trenutna najbolja rešenja benchmark testova, svim zainteresovanim čitaocima preporučujemo radove Salehipour i ostali (2011) i Mladenović i ostali (2013).

3. GENETSKI ALGORITAM

Genetski algoritam (GA) je dobro poznati metaheuristički okvir za rešavanje velikog broja različitih problema kombinatorne optimizacije. Sama ideja GA je zasnovana na korišćenju osnovnih mehanizama u evoluciji organizama koji obezbeđuju opstanak i dalji razvoj samo najkvalitetnijim jedinkama. U tom smislu realizacija svakog GA se sastoji od sledećih koraka: generisanja inicijalne populacije rešenja, selekcije rešenja koja će ući u proces reprodukcije i samog procesa reprodukcije. Sam proces reprodukcije se sastoji od operacija ukrštanja i mutacije, a zajedno sa korakom selekcije jedinki za reprodukciju se ponavlja sve do zadovoljenja uslova za završetak algoritma. Tokom realizacije GA početna rešenja se sukcesivno unapređuju do rešenja koje je po svom kvalitetu blisko optimalnom rešenju problema. Bliži opis koraka GA korišćenog za rešavanje heTTRPTW-a, i reproduktivnih operacija je predmet ovog poglavlja.

Jedno od najznačajnijih pitanja u realizaciji GA je način kodiranja rešenja i u GA korišćenom u ovom istraživanju je korišćeno kodiranje u kojem je rešenje problema predstavljeno u dva odvojena dela. U prvom delu je permutacijom rednih brojeva zadataka predstavljen redosled opsluge zadataka dok je u drugom delu rešenja, čija dimanzija odgovara broju servisera u floti, predstavljen broj zadataka koji, počevši od krajnjeg levog zadatka, opslužuje svaki od servisera (slika 1). Carter i Regsdale (2006) su pokazali da ovakav način kodiranja rešenja generiše polje rešenja najmanjih dimanzija.



Slika 1: Primer kodiranja korišćenog u istraživanju

Selekcija jedinki koje učestvuju u reproduktivnim operacijama je realizovana primenom procedure zasnovane na okretanju ruleta, a verovatnoća izbora svake od jedinki je dobijena na bazi vrednosti fitness funkcije $\phi(x)$ koja je za svaku jedinku x računata primenom izraza (1):

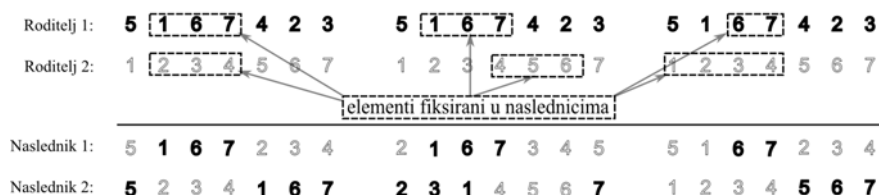
$$\phi(x) = \frac{e^{f(x)-\mu/5}}{1 + e^{f(x)-\mu/5}} \quad (1)$$

gde je μ prosečna vrednost ciljne funkcije u celoj populaciji jedinki.

Jedinke koje učestvuju u ukrštanju su birane na slučajan način, a samo ukrštanje je obavljano nezavisno za svaki deo kodiranog rešenja. Na delu u kome se definiše broj zadataka opslužen od svakog servisera primenjuvan o je ukrštanje u jednoj tački uz iterativnu korekciju dobijenog rešenja do dobijanja mogućeg rešenja. U svakoj korektivnoj iteraciji ukupan broj zadatka na svim serviserima je smanjivan/povećavan slučajnim izborom servisera kome se broj zadataka smanjuje/povećava.

Obzirom na značaj koji redosled opsluge zadataka ima na vrednost ciljne funkcije kao operator za realizaciju ukrštanja na prvom delu rešenja je odabran ordered operator. Procedura realizacije ordered ukrštanja podrazumeva da se u svakom roditelju definišu elementi koji ostaju isti i u naslednicima rešenja, a da se preostale pozicije u rešenju popunjavaju elementima iz drugog roditelja u operatoru. Popunjavanje preostalih elemenata kreće od početka naslednika, ali se elementi koji se popunjavaju posmatraju od prvog elementa nakon poslednjeg koji nije fiksiran u drugom roditelju, a kada se dođe do kraja roditelja posmatraju se elementi od početka. Ukoliko je element kojim treba popuniti mesto u nasledniku već prisutan, ao fiksiran element, onda se on zanemaruje i naslednik se popunjava sledećim elementom iz drugog roditelja.

Zbog značaja koji prvi deo kodiranog rešenja ima na kvalitet celog rešenja u ovom istraživanju su posmatrana dva tipa ordered operatora. Prvi sa grupisanim a drugi sa razdvojenim fiksiranim elementima roditelja. Pored toga, za svaki tip su posmatrani slučajevi kada su lokacije i broj fiksiranih mesta isti za oba roditelja, kada je samo broj fiksiranih lokacija isti dok se pozicije mogu razlikovati i kada su i broj i pozicije lokacija različiti za roditelje uoperatoru ukrštanja. Prikaz primenjenih varijanti ordered ukrštanja za slučaj grupisanih zadataka je prikazan na slici 2, a za slučaj razdvojenih zadataka na slici 3.



Slika 2: Primeri grupisanih ordered ukrštanja. a) sa istim brojem i lokacijama fiksiranih elemenata; b) sa istim brojem i različitim lokacijama; c) sa različitim brojem fiksiranih elemenata

Mutacija na jedinkama je realizovana aseksualnim ukrstanjem u jednoj tacki. Kao uslov za završetak rada algoritma je usvojen broj reproduktivnih operacija bez unapredjenja rešenja, i on je variran u mumeričkim eksperimentima radi robusnosti dobijenih rešenja.



Slika 3: Primeri razdvojenih ordered ukrštanja. a) sa istim brojem i lokacijama fiksniranih elemenata; b) sa istim brojem i različitim lokacijama; c) sa različitim brojem fiksniranih elemenata

4. NUMERIČKI PRIMER

Efikasnost rešavanja hetTRPTW-a primenom GA je testirana na Ashayer-ovom skupu benchmark problema razvijenih za TRPTW probleme (može se preuzeti sa adrese <http://ftp.zib.de/pub/mp-testdata/tsp/atsptw/index.html>). Kako su karakteristike hetTRPTW-a različite u odnosu na TRPTW u pogledu nepostojanja desne granice vremenskog prozora to su problemi prilagođeni hetTRPTW-u tako što je desna granica prozora izbrisana. Postojanje više heterogenih serviseru u hetTRPTW-u je respektovano uvođenjem korektivnog koeficijenta $c_s=1+0.1(s-1)$ za svakog serviseru s , pri čemu je s redni broj serviseru. Pomoću ovog koeficijenta vreme zadržavanja u lokaciji zadatka je unificirano za svakog serviseru množenjem vremena definisanog benchmark problemom, a vreme prelaska između lokacija deljenjem zadatog vremena sa vrednošću koeficijenta.

Radi ocene efikasnosti algoritama u različitim parametarskim uslovima po pitanju uslova završetka algoritma i broja jedinki u populaciji instance su rešavane sa uslovima od 25, 50 i 100 realizacije procesa reprodukcije bez unapredjenja rešenja i sa populacijama od 50 i 100 jedinki. Parametri realizacije procesa mutacije i ukrštanja su usvojeni na vrednosti 0.05 i 0.95, a svaka instanca je za svaku kombinaciju parametara rešavana pet puta.

Tabela 1: Rezultati primene genetskog algoritma za slučaj 2 serviseru u floti

Instanca	LB	grupisani			razdvojeni		
		isti broj i pozicija	isti broj	različit broj	isti broj i pozicija	isti broj	različit broj
rbg010a.tw	522	540.80	536.50	538.70	542.30	536.60	535.80
rbg016b.tw	1162	2595.26	2257.97	2695.17	1942.50	2184.13	1876.26
br17a.07.tw	976	2882.52	2849.89	2831.55	2887.76	2903.41	2875.45
br17a.10.tw	976	2336.01	2317.96	2343.16	2355.66	2382.36	2294.54
br17b.08.tw	473	1566.09	1428.24	1543.32	1421.22	1583.99	1474.17
br17c.05.tw	470	1734.23	1698.25	1736.64	1700.52	1674.21	1664.96
br17f.03.tw	508	2103.94	2147.44	2129.46	2141.49	2151.43	2142.66
br17f.10.tw	508	1411.07	1420.36	1407.86	1510.78	1438.87	1368.27
rbg017a.tw	4150	8935.54	9732.00	8579.31	8823.15	9980.96	9073.65
rbg019a.tw	1045	3019.91	2693.92	3566.96	3914.23	3739.43	3316.46
rbg021.3.tw	4346	12306.93	10924.90	8870.46	12247.02	13087.54	11890.90
rbg27.a.01.tw	732	6813.00	6593.19	6834.78	6791.30	6818.69	6826.64
rbg27.b.10.tw	693	5177.99	5048.10	5260.73	5342.48	5211.72	5166.22
rbg27.b.19.tw	693	4743.76	4261.29	4999.23	4767.35	4428.40	4143.40
rbg27.c.03.tw	788	6847.61	6831.22	6826.85	6896.66	6907.53	6619.42
rbg27.c.06.tw	788	6225.30	6344.17	6296.58	6253.05	6149.39	6202.30
rbg035a.2.tw	1890	21196.43	18245.73	21167.30	21876.36	21287.54	17244.45
rbg035a.tw	1890	21893.46	19475.97	22056.50	22909.97	21207.98	20635.31
rbg040a.tw	1992	34902.59	31483.12	33823.69	32471.85	35831.62	32213.84
rbg042a.tw	2361	33999.46	33484.37	30719.68	32884.68	34916.96	30522.28
rbg050a.tw	2539	116570.29	110383.20	125848.40	132255.71	123607.18	108931.38
rbg050b.tw	9351	152511.26	154855.87	160757.26	152570.24	156228.98	143314.23
rbg067a.tw	3577	171942.37	166914.45	168564.46	167923.72	163319.06	166643.92
rbg088a.tw	4572	285574.39	263184.69	259409.22	257540.59	258554.90	254268.04
rbg092a.tw	6065	296227.42	303625.92	323553.50	304898.76	293504.91	293190.66
Prosečno		48162.30	46749.55	48494.43	47794.77	47185.51	45377.41

Tabela 2: Rezultati primene genetskog algoritma za slučaj 5 servisera u floti

Instanca	LB	grupisani			razdvojeni		
		isti broj i pozicija	isti broj	različit broj	isti broj i pozicija	isti broj	različit broj
rbg010a.tw	522	569.30	544.20	560.50	560.00	559.80	558.50
rbg016b.tw	1162	1318.70	1340.10	1377.60	1306.00	1333.90	1362.20
br17a.07.tw	976	1759.11	1736.90	1764.35	1710.46	1750.28	1725.17
br17a.10.tw	976	1487.37	1502.40	1448.70	1473.17	1461.69	1459.41
br17b.08.tw	473	795.18	814.31	809.10	828.62	803.96	812.75
br17c.05.tw	470	884.91	917.71	897.61	876.29	907.03	904.82
br17f.03.tw	508	1142.35	1114.47	1118.35	1118.37	1141.62	1110.63
br17f.10.tw	508	793.58	821.78	824.64	858.65	801.32	817.56
rbg017a.tw	4150	5013.23	5104.55	5240.91	5438.93	5417.89	4925.60
rbg019a.tw	1045	1756.47	1603.40	1653.80	1679.87	1631.61	1323.99
rbg021.3.tw	4346	6676.52	6504.67	6375.61	6791.73	5996.85	6183.29
rbg27.a.01.tw	732	3145.48	3141.43	3177.24	3127.47	3071.31	3137.43
rbg27.b.10.tw	693	2328.67	2304.29	2341.65	2323.52	2384.62	2265.22
rbg27.b.19.tw	693	2274.82	2062.84	2019.17	2378.16	2560.53	2297.91
rbg27.c.03.tw	788	3116.92	3090.18	3064.12	3108.41	3108.89	3037.30
rbg27.c.06.tw	788	2661.34	2675.03	2694.82	2777.08	2741.86	2564.94
rbg035a.2.tw	1890	9794.14	11481.48	10377.61	11263.76	11716.80	12203.28
rbg035a.tw	1890	12893.56	11850.01	13139.89	12566.76	12446.14	12538.47
rbg040a.tw	1992	15754.28	19509.01	19315.98	23002.29	20599.33	20843.86
rbg042a.tw	2361	19414.74	17810.64	17791.81	17726.29	18476.51	21073.34
rbg050a.tw	2539	84286.96	79045.07	84603.10	86999.77	84649.60	86108.78
rbg050b.tw	9351	104730.25	96548.93	99147.63	101573.14	94919.48	106247.56
rbg067a.tw	3577	126116.68	122297.33	115569.27	113295.67	126829.29	117429.23
rbg088a.tw	4572	204227.71	193087.14	206049.30	205001.25	203591.24	201614.27
rbg092a.tw	6065	230571.42	233398.99	240870.50	235016.44	234902.40	227187.21
Prosečno		33740.55	32812.27	33689.33	33712.08	33752.16	33589.31

Tabela 3: Rezultati primene genetskog algoritma za slučaj 10 servisera u floti

Instanca	LB	grupisani			razdvojeni		
		isti broj i pozicija	isti broj	različit broj	isti broj i pozicija	isti broj	različit broj
rbg010a.tw	522	572.30	557.30	557.50	566.80	536.70	571.10
rbg016b.tw	1162	1431.60	1406.50	1424.10	1408.80	1403.90	1372.30
br17a.07.tw	976	1459.43	1465.30	1458.37	1454.04	1457.33	1459.51
br17a.10.tw	976	1374.60	1311.00	1349.70	1335.50	1356.60	1306.60
br17b.08.tw	473	664.30	636.90	674.13	675.93	679.15	662.36
br17c.05.tw	470	716.40	723.30	708.91	735.23	728.45	715.53
br17f.03.tw	508	863.55	860.63	860.91	854.26	844.58	855.43
br17f.10.tw	508	717.00	708.10	721.50	711.43	704.90	701.10
rbg017a.tw	4150	4456.80	4473.40	4464.90	4465.70	4439.40	4445.40
rbg019a.tw	1045	1386.90	1392.71	1419.71	1403.10	1371.70	1382.20
rbg021.3.tw	4346	4842.27	4675.52	4806.47	4778.50	4824.00	4744.70
rbg27.a.01.tw	732	2002.51	1995.98	2008.48	2008.32	1989.88	2027.74
rbg27.b.10.tw	693	1598.47	1589.97	1569.77	1560.11	1534.97	1560.81
rbg27.b.19.tw	693	1338.74	1317.28	1356.94	1287.02	1390.79	1534.37
rbg27.c.03.tw	788	1973.42	2018.54	2007.52	2012.80	2019.84	2024.86
rbg27.c.06.tw	788	1773.96	1756.97	1664.27	1848.53	1749.30	1779.47
rbg035a.2.tw	1890	6724.16	6758.43	6217.70	6622.16	6840.68	5454.36
rbg035a.tw	1890	7652.25	6389.68	6748.74	8015.55	8062.08	6070.74
rbg040a.tw	1992	11602.73	12372.42	10647.77	11099.60	11168.12	12018.62
rbg042a.tw	2361	11554.86	12422.49	12565.53	13745.46	12588.12	10800.52
rbg050a.tw	2539	47359.98	48407.38	45390.79	58041.03	55502.38	51338.39
rbg050b.tw	9351	70008.81	65230.49	65575.61	76012.27	67988.61	69323.74
rbg067a.tw	3577	87518.44	82861.87	89442.29	85281.86	90807.18	88655.67
rbg088a.tw	4572	160537.56	153519.07	146469.30	162406.27	154131.59	160563.21
rbg092a.tw	6065	180050.86	164099.28	179484.41	181734.74	186911.74	183239.26
Prosečno		24407.28	23158.02	23583.81	25202.60	24841.28	24584.32

5. REZULTATI I ZAKLJUČAK

Realizacija eksperimenata je izvršena na računaru sa AMD Phenom II X3 710 2.6GHz procesorom sa 3GB RAM memorije i Windows XP SP3 operativnim sistemom, dok je kod za realizaciju algoritama pisan u Python 2.5 programskom jeziku. Minimalne vrednosti ciljnih funkcija svake od posmatranih instanci za slučajeve kada se opsluga vrši sa 2, 5 i 10 servisera su date u tabelama 1, 2 i 3, respektivno. U koloni instanca svake od tabela je identifikovana instanca, dok je u koloni LB data vrednost donje granice ciljne funkcije dobijena na n;in definisan u Bjelić i ostali (2013). U preostalim kolonama su date nominalne vrednosti ciljnih funkcija za svaku varijantu ukrštanja na prvom delu rešenja.

Efekti vremenske efikasnosti nisu prikazani usled ograničenosti prostora, ali i zato što su razlike u realizaciji između algoritama zanemarljive, tj. sva vremena se kreću oko 1s.

Na osnovu rezultata iz tabela 1-3 se može uočiti da se u situacijama kada je mali broj servisera u floti kao bolja pokazala strategija ukrštanja sa razdvojenim fiksnim zadacima, međutim, za slučajeve sa 5 i 10 servisera strategija sa grupisanim fiksnim elementima u naslednicima je rezultirala boljim rešenjima. Na kraju treba napomenuti da ovo istraživanje predstavlja samo prvi korak u istraživanjima vezanim za parametarsku analizu GA radi rešavanja hetTRPTW problema.

Acknowledgement

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Vlade Republike Srbije kroz projekat TR36006 u periodu 2011.-2014.

LITERATURA

- [1] Ausiello, G., Leonardi S. & Marchetti-Spaccamela, A. (2000) On salesmen, repairmen, spiders, and other traveling agents: Algorithms and complexity. In Proceedings of the 4th italian conference CIAC 2000, Rome, Italy.
- [2] Carter, A. & Regsdale, C. (2006) A new approach to solving the multiple traveling salesperson problem using genetic algorithms. *European Journal for Operations Research*, 175,246-257.
- [3] Heilporn, G., Cordeau, J., & Laporte, G. (2010). The delivery man problem with time windows. *Discrete Optimization*, 7(2010), 269–282.
- [4] Mladenović , N., Urošević , D., & Hanafi, S. (2013). Variable neighborhood search for the traveling deliveryman problem. *4OR: A Quarterly Journal of Operations Research*, 11(1), 57–73.
- [5] Nguveu, U. S., Prins, C., & Wolfler-Calvo, R. (2010). An effective memetic algorithm for the cumulative capacitated vehicle routing problem. *Computers and Operations Research*, 37, 1877–1885.
- [6] Ribeiro, G. M., & Laporte, G. (2012). An adaptive large neighborhood search heuristic for the cumulative capacitated vehicle routing problem. *Computers and Operations Research*, 39(3), 728–735.
- [7] Salehipour, A., Sorensen, K., Goos, P., & Braysy, O. (2011). Efficient GRASP+VND and GRASP+VNS metaheuristics for the traveling repairman problem. *4OR: A Quarterly Journal of Operations Research*, 9, 189–209.
- [8] Tsitsikils, J. (1992). Special cases of traveling salesman and repairman problem with time windows. *Networks*, 22, 263–282.
- [9] Van der Meer, R. (2000) Operational control of internal transport. PhD thesis, University of Rotterdam. <<http://repub.eur.nl/res/pub/859/>>.



VREDNOVANJE KONCEPCIJA REGIONALNE LOGISTIKE

EVALUATION OF REGIONAL LOGISTICS CONCEPTIONS

SNEŽANA TADIĆ, SLOBODAN ZEČEVIĆ, MLADEN KRSTIĆ

Saobraćajni fakultet, Beograd, s.tadic@sf.bg.ac.rs, s.zecevic@sf.bg.ac.rs, m.krstic@sf.bg.ac.rs

Rezime: U radu je prikazan postupak vrednovanja konceptijskih rešenja logistike u gravitacionoj zoni pomorskih luka. U cilju konsolidacije i dostizanja obima koji obezbeđuje efikasnu i ekonomičnu realizaciju robnih tokova lučki sistemi se integrišu sa logističkim sistemima u zaleđu. U ovom radu su analizirane koncepcije regionalne logistike u gravitacionoj zoni Luke Bar. Koncepcije su definisane u skladu sa trendovima, planovima i strategijama razvoja privrednog sistema posmatranog područja. Ekonomski, ekološki i društveni značaj koncepcija regionalne logistike zahteva primenu metoda višekriterijumskog odlučivanja (VKO) za njihovo rangiranje. U ovom radu korišćeno je fazi proširenje AHP metode.

Ključne reči: Koncepcija regionalne logistike, Logistička mreža, Vrednovanje, Fazi AHP.

Abstract: This paper presents a method for evaluating conceptual logistics solutions in the gravity area of the sea ports. In order to achieve consolidation and the volumes which provides an efficient and cost-effective realization of commodity flows, port systems are integrated with logistics systems in the hinterland. This paper analyzes the conceptions of regional logistics in the gravity area of the Port of Bar. Conceptions are defined in accordance with the trends, plans and strategies for the development of the economic system of the observed area. Economic, ecological and social significance of the conceptions of regional logistics requires the use of multi-criteria decision making (MCDM) methods for ranking. A fuzzy extension of AHP method is used in this paper.

Keywords: Regional logistics conception, Logistics network, Evaluation, Fuzzy AHP.

1. UVOD

Logistika i intermodalni transport se odavno smatraju osnovnim faktorima privrednog razvoja, prostornog povezivanja i tržišnih integracija. Ekspanzija međunarodne robne razmene i razvoj pomorskog kontenerskog transporta zahtevaju veći stepen integracije logističkih, intermodalnih lučkih sistema sa sistemima u zaleđu. Logističko-transportnu mrežu na prostoru Crne Gore, Srbije i bližeg okruženja karakterišu određeni nedostaci koji predstavljaju realna ograničenja za efikasniju realizaciju robnih tokova, primenu savremenih logističkih startegija i tehnologija intermodalnog transporta. S obzirom da Crna Gora izlazi na more i ima razvijene kontenerske, logističke sisteme u Luci Bar, postavlja se pitanje mesta i uloge Luke Bar u transportnom sistemu i logistici regiona. Mesto i ulogu luke pored njene kapacitativne karakteristike, definišu i drugi faktori, kao što su: geografski položaj u odnosu na celokupne transportne mreže; veličina, privredni i ekonomski razvoj gravitacionog zaleđa; stepen integracije i povezanosti luke sa logističkim i intermodalnim sistemima u gravitacionoj zoni.

U cilju efikasnije realizacije robnih i transportnih tokova, a time i sveukupnog privrednog razvoja gravitacione zone Luke Bar analizirane su koncepcije razvoja logističkog sistema Crne Gore. Koncepcijska rešenja predstavljaju različit stepen integracije logističkih, transportnih i ostalih privrednih subjekata, a rezultat su ocene trendova i potencijala robnih i transportnih tokova i planova razvoja saobraćajno-transportne infrastrukture i logističkih sistema u regionu. Koncepcije zahtevaju analizu velikog broja kriterijuma, pa je za njihovo vrednovanje korišćeno fazi proširenje AHP metode (FAHP) VKO.

2. KONCEPCIJE REGIONALNE LOGISTIKE

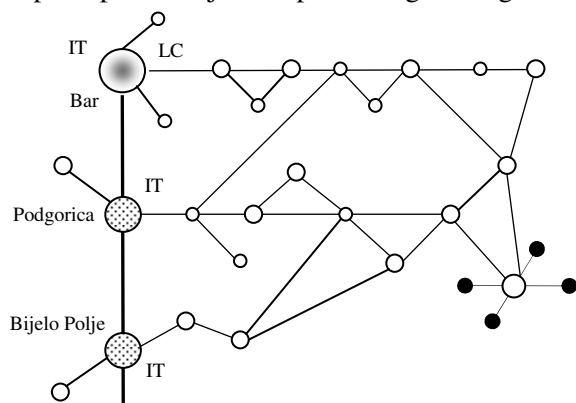
Tradicionalni razvoj regionalnih privrednih celina ima karakteristiku izrazite decentralizacije, prostorne disperzije, bez prisustva integrativnih institucionalnih veza. Posledica ovakve situacije je veliki broj sistema, preduzeća iz oblasti transporta i logistike. Ovi sistemi zauzimaju veliku površinu, uglavnom primenjuju zastarelu i neadekvatnu tehnologiju i ne funkcionišu u pravcu ponude integrisane usluge u logističkim

lancima. Nedostatak kooperacije i konsolidacije povećava broj pokretanja drumskih transportnih sredstava i troškove logistike (Leitner *et al.*, 2011). Ovo se negativno odražava na životno okruženje, prohodnost drumskih saobraćajnica, bezbednost saobraćaja, potrošnju neobnovljivih prirodnih resursa i u svemu otežava privredni i društveni razvoj. Planiranje regionalne logistike je preduslov ekonomskog razvoja (Zing *et al.*, 2008). Na bazi analize postojećeg stanja transporta i logistike Crne Gore, realnih i vizionarskih rešenja, predložene su tri koncepcije regionalne logistike (Institut saobraćajnog fakulteta, 2009):

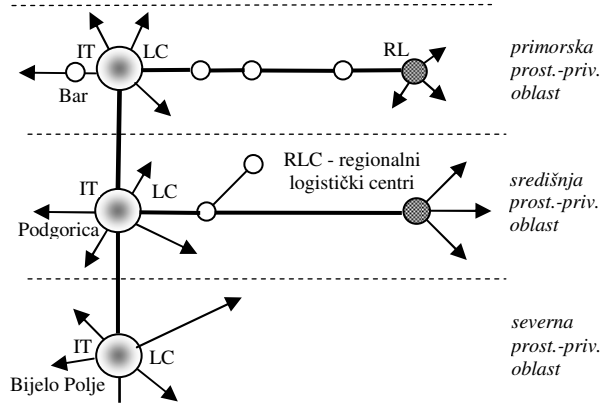
- **K1 - Koncepcija decentralizacije.** Bazira se na zatečenom razvoju logističko-transportnog sistema, odnosno postojećim planovima i tendencijama u razvoju logističkih sistema, saobraćajne infrastrukture, transportnih, industrijskih, trgovačkih, uslužnih i drugih preduzeća.
- **K2 - Koncepcija delimične koncentracije.** Podrazumeva objedinjavanje i koncentraciju logističkih i transportnih podistema na nivou prostorno-privrednih oblasti.
- **K3 - Koncepcija potpune koncentracije i integracije.** Podrazumeva razvoj logističke platforme sa logističkim centrima različite strukture, veličine i funkcija.

Koncepcija K1 promovise intermodalni transport na pravcu Bar-Podgorica-Bijelo Polje-Beograd i podrazumeva postojeći sistem Luke Bar i razvoj intermodalnih terminala na području Podgorice i Bijelog Polja (slika 1). Logistički, skladišno-distributivni sistemi zadržavaju koncept decentralizacije. Oni su u funkciji pojedinačnih kompanija i u prostorno-organizacionom smislu se vezuju za matične kompanije uz proizvodne pogone, prodajne objekte, industrijske zone i značajne saobraćajne pravce. Uglavnom je prisutan koncept samostalne proizvodnje logističkih, odnosno strategija insourcinga ili in-house logistika, 1PL (*eng.* First Party Logistics). U određenim slučajevima, odnos korisnika i davaoca logističkih usluga bazira se na 2PL principima (*eng.* Second Party Logistics), a može se očekivati i razvoj logističkog partnerstva na nivou strategije 3PL (*eng.* Third Party Logistics).

Prednosti ove koncepcije u poređenju sa postojećim stanjem su: Razvoj tehnologija intermodalnog transporta; Delimična integracija javnih transportnih preduzeća, pre svega železnice, sa transportnim i špediterskim kompanijama i operaterima; Smanjenje broja teških teretnih vozila na glavnim putnim pravcima; Veća efikasnost skladišno-distributivnog sistema pojedinih privrednih subjekata usled primene novih tehnologija skladištenja i novih modela upravljanja zalihama. Međutim, decentralizacija sistema u prostornom i institucionalnom smislu, nizak stepen kooperacije i konsolidacije tokova, nisu pogodni za sveukupnu optimizaciju transportno-logističkog tržišta.



Slika 1: Koncepcija decentralizacije



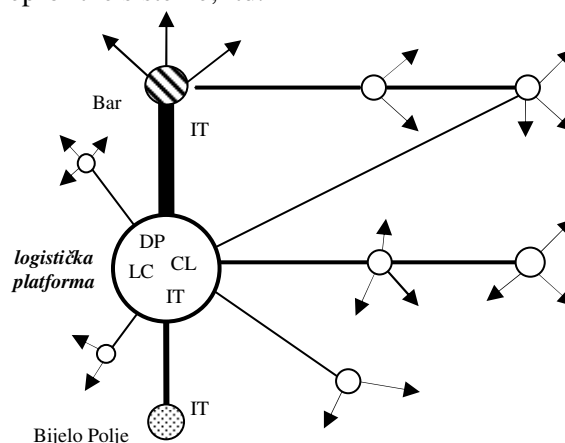
Slika 2: Koncepcija delimične koncentracije

Koncepcija K2 pored promocije intermodalnog transporta podrazumeva i razvoj integrisanih logističkih centara na nivou tri prostorno-privredne oblasti. Skladišni i distributivni sistemi velikih kompanija ostaju na zatečenim lokacijama, ali se logistički podsystemi srednjih i malih preduzeća usmeravaju na koncentraciju i lokaciju u okviru regionalnih logističkih centara uz razvijene privredne centre (slika 2). U centrima će se razvijati moderni logistički sistemi koji će nuditi visok nivo kvaliteta logističke usluge. Sa koncentracijom logističkih aktivnosti očekuje se i intenzivniji razvoj logističkog outsourcinga na nivou 3PLa. Prednosti i mogućnosti kooperacije i logističkog outsourcinga su brojne (Crujssen *et al.*, 2007). Sa druge strane, koncepcija K2 daje podršku razvoju intermodalnih integratora, operatora, koji promovisu, grade i upravljaju logističkim lancima. U tom smislu, očekuje se razvoj i integracija velikih državnih i privatnih transportnih kompanija sa malim i srednjim preduzećima.

Prednosti ove koncepcije u poređenju sa koncepcijom K1 su: Intenzivniji razvoj intermodalnog transporta; Veće učešće železnice u realizaciji tokova kao rezultat partnerstva sa logističkim provajderima; Intenzivniji razvoj transportno-logističke berze; Podrška razvoju srednjih i malih preduzeća; Redukcija logističkih sistema i oslobađanje površina za razvoj drugih delatnosti; Viši nivo kvaliteta logističke usluge.

Koncepcija K3 je vizija potpune koncentracije i integracije transportno-logističkog sistema na nivou regiona. Pored intermodalnih terminala podrazumeva i razvoj logističke platforme u kontinentalnom, središnjem delu Crne Gore (slika 3). Platforma integriše sve logističke i prateće sisteme i aktivnosti i daje podršku za uspostavljanje najvišeg nivoa kooperacije i integracije javnog i privatnog sektora koji pospešuje razvoj strategija logističkog outsourcinga na nivou 3PL i 4PL (eng., Fourth party logistics) partnerstva. Logističkom integracijom poboljšavaju se performanse sistema (Prajogo & Olhager, 2012). Luka Bar se rasterećuje velikih skladišnih sistema i orjentiše na tranzitno-pretovarne sisteme, cross-docking terminale i pružima funkciju city logističkog terminala za snabdevanje najvećeg dela turističkih primorskih destinacija. Unutar platforme razvijaju se funkcije dry port terminala, cross-docking terminala, city-logističkog terminala, ali i ostalih terminala, skladišno-distributivnih sistema. Naseljavanjem sistema koji bi proširili ponudu osnovnih, dopunskih i pratećih logističkih usluga, a posebno usluga dodatne vrednosti (eng., VAL-Value Added Logistics), logistička platforma može imati širi regionalni značaj. Ponudom usluge „spajanje u tranzitu“ (eng, MIT-Merge In Transit), stvara se mogućnost značajnog privlačenja tokova iz okruženja i njihovo usmeravanje na pomorski transport preko Luke Bar.

Prednosti koncepcije K3 u odnosu na prethodne su: Značajan potencijal za privlačenje tokova šire gravitacione zone i njihovo usmeravanje na realizaciju preko Luke Bar; Intenzivan razvoj intermodalnog transporta i svih logističkih usluga; Značajna podrška sveukupnom razvoju privrednog sistema; Centralizovana i integrisana funkcija snabdevanja urbanih sredina; Značajno smanjenje drumskog teretnog transporta; Značajna redukcija logističkih sistema; Unapređenje tehnologije rada i kvaliteta logističkih usluga; Smanjenje investicija u neprofitne sisteme; itd.



Slika 3: Koncepcija potpune koncentracije i integracije

3. KRITERIJUMI ZA VREDNOVANJE KONCEPCIJA REGIONALNE LOGISTIKE

Opisane koncepcije regionalne logistike mogu se razgraničiti u pogledu niza kriterijuma. Za njihovo vrednovanje i rangiranje u ovom radu su korišćeni kriterijumi opisani u nastavku.

C1 - Podrška privrednom razvoju regiona. Izgradnjom efikasne logističke intermodalne mreže region postaje magnet za privlačenje tokova iz šireg okruženja i investicija u razvoj svih privrednih sektora. Sa druge strane, korisnici usluga, pre svega mala i srednja preduzeća, oslobađaju se investicija i rizika od razvoja neprofitnih logističkih sistema, dobijaju kvalitetniju logističku uslugu po nižoj ceni i imaju mogućnost da se skoncentrišu na razvoj osnovne delatnosti.

C2 - Modalna preraspodela transportnog rada. Integracijom logističkih sistema i ponudom različitih usluga stvara se značajan potencijal u privlačenju robnih tokova, a konsolidacija tokova obezbeđuje obim koji opravdava značajniju primenu intermodalnog transporta. Integracijom i strateškim partnerstvom sa drumskim prevoznicima i logističkim provajderima željeznica uzima veće učešće u realizaciji tokova.

C3 - Površina namenjena logističkim aktivnostima. Razvojem logističkog outsourcinga, umesto parcijalne izgradnje i eksploatacije većeg broja skladišno-distributivnih sistema, logistički provajderi grade logističke sisteme za više korisnika. Na ovaj način ostvaruju se sinergijski efekti u pogledu potrebnog kapaciteta logističkih sistema. Drugim rečima, za isti obim tokova dolazi do redukcije kapaciteta skladišnih i transportnih sistema i opreme zajedničkim korišćenjem logističkih podsistema.

C4 - Investicije za razvoj logističkog sistema. Tehnologije skladišno-manipulativnih sistema posmatranog regiona su zastarele i amortizovane, tako da se i u koncepciji K1 pojavljuje potreba za određenim investicionim ulaganjima. Razvoj regionalne logistike prema koncepcijama K2 i K3 zahteva značajne investicije koje zavise od mikrolokacije, veličine i strukture planiranih objekata. Međutim, sa

povećavanjem broja usluga i broja korisnika povećava se i sinergijski efekat logističkog sistema. U ekonomskom smislu sinergijski efekti se iskazuju manjim investicijama u logističke sisteme, manjim rizikom investiranja i manjim troškovima eksploatacije.

C5 - Troškovi logističkog lanca. Usmeravanjem tokova na logističke platforme, logističke centre ili city terminale i njihovom konsolidacijom smanjuju se troškovi realizacije logističkih lanaca. Konsolidacija daljinskih tokova deluje stimulatивно za veće učešće intermodalnog i železničkog transporta, a konsolidovane isporuke na području urbanih sredina bolje se koristi tovarni prostor vozila što utiče na smanjenje broja pokretanja vozila i broja pređenih kilometara, a time i troškova isporuke.

C6 - Kvalitet logističke usluge. Parcijalni transportni sistemi i nosioci usluga ne mogu samostalno i uspešno realizovati stroge tržišne zahteve u pogledu parametara kvaliteta logističke usluge (brzina, tačnost, pouzdanost, fleksibilnost itd.). Sistemi zasnovani na modernim logističkim principima, kooperaciji i koordinaciji, uz primenu modernih tehnologija skladištenja, novih modela zaliha, sistema za praćenje i navigaciju vozila, značajno poboljšavaju parametre kvaliteta logističke usluge.

C7 - Kompleksnost logističkih lanaca. Svako zaustavljanje robnog toka i njegova transformacija u terminalima, logističkim centrima povećava kompleksnost, troškove i vreme realizacije logističkih lanaca, posebno u završnoj fazi distribucije robe. Prema ovom kriterijumu prednost imaju koncepcije sa manjim stepenom konsolidacije i integracije.

C8 - Mogućnost uključivanja regiona u evropsku logističku mrežu. Uključivanje regiona Crne Gore i bližeg okruženja u svetski i evropski transportni i logistički sistem, međunarodne robne i transportne tokove nije moguće bez primene intermodalnih tehnologija i razvoja efikasne mreže logističkih centara.

C9 - Ekološki, energetski i bezbednosni aspekt. Smanjenjem drumskog transporta smanjuju se negativni efekti na životno okruženje i potrošnja energije. Ovo je posebno izraženo u koncepciji K3 koja podrazumeva primenu primenu ekološki prihvatljivijih vozila za konsolidovanu distribuciju robe preko city logističkog terminala. Sa druge strane, smanjenje obima saobraćaja i gužve na gradskim saobraćajnicama, posebno u turističkim destinacijama tokom sezone, smanjuje se broj konfliktnih situacija.

C10 - Mogućnost implementacije. Analizirane koncepcije značajno se razlikuju sa aspekta vremena, brzine implementacije, kompleksnosti realizacije i razumevanja od strane svih interesnih grupa. Koncepcija potpune koncentracije i integracije i pored niza prednosti sa aspekta privrede i društva zahteva niz sistemskih i vremenski zahtevnih promena. Kompleksni sistemi zahtevaju veliki broj istraživanja, projekata, rasprava, prilagođavanje zakonskih akata, edukaciju i obuku, odnosno primenu niza aktivnosti i mera u cilju podrške uspostavljanja sistema. U ovom pogledu, značajnu prednost ima koncepcija K1.

4. VREDNOVANJE KONCEPCIJA REGIONALNE LOGISTIKE

Za rešavanje problema izbora koncepcije regionalne logistike u ovom radu korišćena je fazi AHP metoda. Fazi proširenje AHP metode primenjeno je zbog lingvističkih ocena, odnosno dvosmislenosti i nejasnoće u razmišljanju donosioca odluka. Prvi korak primene metode jeste formiranje hijerarhijske strukture problema koji se rešava. Hijerarhija ima najmanje tri nivoa, krajnji cilj na vrhu, određeni broj kriterijuma i same alternative na dnu (Saaty, 1980). Za ovako postavljen problem vrši se analiza u cilju utvrđivanja relativnih težina kriterijuma na svakom hijerarhijskom nivou i vrednosti alternativa, koncepcija, u odnosu na kriterijume. Analiza podrazumeva poređenje svih parova kriterijuma i poređenje svih parova koncepcija, u odnosu na kriterijume. Za poređenje je korišćena lingvistička skala koja se može pretvoriti u trouglaste fazi brojeve prikazane u tabeli 1.

Tabela 1: Definicije i funkcije pripadnosti fazi skale za poređenje kriterijuma/koncepcija

Lingvistički izraz	Fazi funkcija pripadnosti
Apsolutno značajniji/bolja (AZ/B)	(8, 9, 10)
Jako značajniji/bolja (JZ/B)	(6, 7, 8)
Prilično značajniji/bolja (PR/B)	(4, 5, 6)
Umereno značajniji/bolja (UZ/B)	(2, 3, 4)
Podjednako značajni/dobre (PZ/D)	(1, 1, 2)

Za rešavanje FAHP metode razvijeni su različiti postupci, a u ovom radu je korišćen metod logaritamskog fazi programiranja prioriteta (LFPP, logarithmic fuzzy preference programming) čiji je postupak detaljno objašnjen u radovima Wang & Chin (2011) i Yu & Shing (2013).

Za dobijanja konačnih fuzzy težina kriterijuma i vrednosti koncepcija u odnosu na kriterijume formiraju se fazi matrice odlučivanja (\tilde{D}) čiji elementi predstavljaju logaritama trouglastih fazi ocena $\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ poređenja elementa i u odnosu na element j , a koji se aproksimira jednačinom:

$$\ln \tilde{a}_{ij} \approx (\ln l_{ij}, \ln m_{ij}, \ln u_{ij}), \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Za određivanje vrednosti prioriteta elemenata (w_i) potrebno je rešiti sledeći nelinearni model prioriteta:

$$\begin{aligned} \text{Min } J &= (1-\lambda)^2 + M \cdot \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (\delta_{ij}^2 + \eta_{ij}^2) \\ \text{s.t. } \begin{cases} x_i - x_j - \lambda \ln(m_{ij} / l_{ij}) + \delta_{ij} \geq \ln l_{ij}, & i = 1, \dots, n-1; j = i+1, \dots, n, \\ -x_i + x_j - \lambda \ln(u_{ij} / m_{ij}) + \eta_{ij} \geq -\ln u_{ij}, & i = 1, \dots, n-1; j = i+1, \dots, n, \\ \lambda, x_i \geq 0, & i = 1, \dots, n, \\ \delta_{ij}, \eta_{ij} \geq 0, & i = 1, \dots, n-1; j = i+1, \dots, n, \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

gde je $x_i = \ln w_i$ za $i = 1, \dots, n$, a M je konstanta dovoljno velike vrednosti kao što je $M = 10^3$. δ_{ij} i η_{ij} za $i = 1, \dots, n-1$ i $j = i+1, \dots, n$ su nenegativne promenljive devijacije koje se uvode da bi se izbeglo da λ dobije negativnu vrednost. Poželjno je da vrednosti promenljivih devijacija budu što manje, a moraju biti ispunjene nejednakosti:

$$\begin{aligned} \ln w_i - \ln w_j - \lambda \ln(m_{ij} / l_{ij}) + \delta_{ij} &\geq \ln l_{ij}, \quad i = 1, \dots, n-1; j = i+1, \dots, n, \\ -\ln w_i + \ln w_j - \lambda \ln(u_{ij} / m_{ij}) + \eta_{ij} &\geq -\ln u_{ij}, \quad i = 1, \dots, n-1; j = i+1, \dots, n. \end{aligned}$$

Neka je x_i^* ($i = 1, \dots, n$) optimalno rešenje modela (2). Normalizovane vrednosti prioriteta elemenata se dobija na sledeći način:

$$w_i^* = \frac{\exp(x_i^*)}{\sum_{j=1}^n \exp(x_j^*)}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (3)$$

gde je $\exp()$ eksponencijalna funkcija, odnosno, $\exp(x_i^*) = e^{x_i^*}$ za $i = 1, \dots, n$.

U tabeli 2 prikazana je fazi matrica odlučivanja za određivanje fazi težine kriterijuma, odnosno prikazano je međusobno poređenje kriterijuma primenom lingvističkih izraza iz tabele 1. U skladu sa opisanim postupkom rešen je nelinearni model (2) i izvršena normalizacija vrednosti kriterijuma primenom jednačine (3) čime su dobijene konačne težine kriterijuma prikazane u tabeli 2.

Tabela 2: Međusobno poređenje kriterijuma i konačna vrednost težina kriterijuma

Kriterijum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Težina
1	/	PZ	AZ	UZ	PR	PR	AZ	JZ	PR	UZ	0,3276
2	-	/	AZ	UZ	PR	PR	AZ	JZ	PR	UZ	0,3276
3	-	-	/	-	-	-	PZ	-	-	-	0,0040
4	-	-	JZ	/	UZ	UZ	JZ	PR	UZ	-	0,1092
5	-	-	PR	-	/	PZ	PR	UZ	PZ	-	0,0364
6	-	-	PR	-	-	/	PR	UZ	PZ	-	0,0364
7	-	-	-	-	-	-	/	-	-	-	0,0010
8	-	-	UZ	-	-	-	UZ	/	-	-	0,0121
9	-	-	PR	-	-	-	PR	UZ	/	-	0,0364
10	-	-	JZ	PZ	UZ	UZ	JZ	PR	UZ	/	0,1092

U cilju određivanja vrednosti koncepcija, u tabeli 3 prikazano je poređenje svih parova koncepcija u odnosu na definisane kriterijume lingvističkim izrazima iz tabele 1. Primenom opisane LFPP metode dobijene su vrednosti preferencija definisanih koncepcija po kriterijumima prikazane u tabeli 4. Uključivanjem težina kriterijuma iz tabele 2, dobijene su konačne otežane vrednosti preferencija koncepcija na osnovu kojih je izvršeno rangiranje. Iz tabele 4 može se videti da najveću vrednost preferencije ima koncepcija K3.

Primenom fazi AHP metode, za definisani skup i međusobni odnos kriterijuma, kao najbolja koncepcija regionalne logistike dobijena je ona koja podrazumeva potpunu koncentraciju i integraciju logističkih i transportnih sistema i aktivnosti.

Tabela 3: Poređenje koncepcija u odnosu na kriterijume

Koncepcija	K1	K2	K3	K1	K2	K3	K1	K2	K3	K1	K2	K3	K1	K2	K3
Kriterijum	C1			C2			C3			C4			C5		
K1	/	-	-	/	-	-	/	-	-	/	UB	JB	/	-	-
K2	PB	/	-	PB	/	-	PB	/	-	-	/	PB	PB	/	-
K3	JB	UB	/	JB	UB	/	AB	PB	/	-	-	/	JB	UB	/
Kriterijum	C6			C7			C8			C9			C10		
K1	/	-	-	/	JB	PB	/	-	-	/	-	-	/	PB	AB
K2	UB	/	-	-	/	-	UB	/	-	PB	/	-	-	/	PB
K3	JB	PB	/	-	UB	/	JB	PB	/	JB	UB	/	-	-	/

Tabela 4: Konačne vrednosti preferencija koncepcija i njihovo rangiranje

Kriterijum	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Vrednost preferencije	Rang
Težina	0,328	0,328	0,004	0,109	0,036	0,036	0,001	0,012	0,036	0,109		
K1	0,034	0,034	0,023	0,725	0,034	0,030	0,789	0,030	0,034	0,814	0,1949	3
K2	0,242	0,242	0,163	0,242	0,242	0,162	0,053	0,162	0,242	0,163	0,2286	2
K3	0,725	0,725	0,814	0,034	0,725	0,808	0,158	0,808	0,725	0,023	0,5765	1

5. ZAKLJUČAK

Prema analiziranim kriterijumima, koncepcija potpune koncentracije i integracije logističkih i transportnih sistema i aktivnosti predstavlja najpovoljnije rešenja regionalne logistike. Usvajanjem koncepcije K3 očekuje se intenzivan razvoj celokupnog privrednog sistema šireg regiona, ne samo logistike i intermodalnog transporta Crne Gore. Međutim, ova koncepcija zahteva niz vremenski zahtevnih aktivnosti (edukacija, promocija, istraživanje, projektovanje) u cilju njenog razumevanja i prihvatanja od strane zainteresovanih strana, pre svega korisnika sistema. Realizacija koncepcije zahteva usvajanje i primenu niza preporuka i mera koje se odnose na: razvoj mreže logističkih centara, intermodalnih terminala; razvoj konkurentnosti cena pojedinih vidova i tehnologija transporta; istraživanje i praćenje tržišta robnih tokova; razvoj tehničko-tehnoloških rešenja; razvoj kooperacije i koordinacije u transportu; usvajanje i primenu zakonske regulative; formiranje nacionalnih udruženja i tela; obezbeđenje finansijskih mera i podrške.

S obzirom na veliki ekonomski, ekološki i društveni značaj, konačni izbor koncepcije regionalne logistike zahteva dodatne analize, proširivanje skupa kriterijuma i primenu drugih metoda vrednovanja. Bez obzira na konačnu odluku, problemi logistike ne mogu se rešavati parcijalno, već se jednovremeno i celovito mora tražiti rešenje logistike za ceo region, a u cilju sveukupne optimizacije logističkih lanaca.

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Vlade Republike Srbije kroz projekat TR36006 u periodu 2011.-2014.

LITERATURA

- [1] Crujssen, F., Cools, M., Dullaert, W. (2007). Horizontal cooperation in logistics: Opportunities and impediments. *Transportation Research Part E*, 43, 129–142.
- [2] Institut saobraćajnog fakulteta, Odsek za logistiku. (2009). Studija logističke integracije subjekata transportnog sistema regiona – Učešće intermodalnog transporta Crne Gore, Beograd, Srbija
- [3] Leitner, R., Meizer, F., Prochazka, M., Sihn, W. (2011). Structural concepts for horizontal cooperation to increase efficiency in logistics. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4, 332–337.
- [4] Prajogo, D., Olhager, J. (2012). Supply chain integration and performance: The effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration. *Int. J. Production Economics*, 135, 514–522.
- [5] Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York, NY: McGraw-Hill International,
- [6] Wang, Y.M., Chin, K.S. (2011). Fuzzy analytic hierarchy process: A logarithmic fuzzy preference programming methodology. *International Journal of Approximate Reasoning*, 52, 541–553.
- [7] Yu, J.R., Shing, W.J. (2013). Fuzzy analytic hierarchy process and analytic network process: An integrated fuzzy logarithmic preference programming. *Applied Soft Computing*, 13, 1792–1799.
- [8] Zing, Q., Huapu, L., Haiwei, W. (2008). Prediction Method for Regional Logistics. *Tsinghua Science & Technology*, 13(5), 660–668.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Matematičko programiranje



OPTIMIZACIONO-SIMULACIONI PRISTUP STOHAŠTIČKOM LINEARNOM PROGRAMIRANJU

AN OPTIMIZATION – SIMULATION APPROACH TO STOCHASTIC LINEAR PROGRAMMING PROBLEM

MIRKO VUJOŠEVIĆ, STEFAN MARKOVIĆ

Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, mirkov@fon.bg.ac.rs

Apstrakt: Razmatra se problem linearnog programiranja u kome su parametri skupa ograničenja stohastičke prirode. Predlaže se optimizaciono-simulacioni okvir za analizu i rešavanje problema. U ovom pristupu se iterativno smenjuju dve faze. U fazi optimizacije rešava se deterministički predstavnik originalnog stohastičkog problema u kome su fiksirane vrednosti parametara i problem rešava do optimalnosti. U drugoj fazi se Monte Karlo simulacijom proveravaju ograničenja. Rezultati različitih scenarija daju donosiocu odluke dobar uvid u problem odlučivanja i njegovu analizu.

Ključne reči: Stohastičko linearno programiranje, scenario pristup, simulacija

Abstract: A stochastic linear programming problem with some stochastic parameters in the set of constraints is considered. An iterative optimization-simulation framework is proposed for solving the corresponding chance-constrained model. In the optimization phase, a deterministic problem is stated by fixing stochastic values and it is solved to optimality. In the second phase, the original constraints are checked by simulation. If the simulation results are not satisfactory, deterministic values of stochastic parameters are changed in the direction which will enable a more robust solution.

Keywords: stochastic models, simulation, scenario, robust optimization

1. UVOD

Formulacija klasičnog problema linearnog programiranja počiva na pretpostavci da su svi parametri modela determinističke prirode. Realnim problemima iz prakse immanentna je neka vrsta nepreciznosti, neodređenosti ili neizvesnosti. To je bilo poznato već od početaka razvoja simpleks algoritma, pa i pre nego što je nastala sintagma linearno programiranje. Klasični pristupi tretiranju neizvesnosti počivaju na rezultatima teorije verovatnoće i stvaraju posebnu granu matematičkog programiranja - stohastičko programiranje. Stohastičko programiranje omogućava da se u matematički model ugradi merljiva neizvesnot, u smislu da se ona može izraziti odgovarajućom raspodelom, ili na neki drugi način. Prvi pristupi rešavanju problema linearnog stohastičkog programiranja (LSP) dati su u radovima Danciga (1955). Čarns i Kuper (Charnes, Cooper, 1959) su predložili verovatnostni pristup zadovoljenju ograničenja. U međuvremenu je razvijeno i razmatrano obilje pristupa i metoda (King&Wallace, 2012).

Bertsimas i Sim (2004) posmatraju problem linearnog programiranja tako da slučajne vrednosti parametra uzimaju vrednosti iz unapred zadatog opsega, pri čemu su vršili razmenu između robusnosti modela i njegove optimalnosti. Oni takođe tvrde da je deterministički dvojniki i dalje problem linearnog programiranja.

Za tretiranje neodređenosti metodama teorije fazi skupova u zadacima matematičkog programiranja jedan od prvih je rad Cimermana (Zimmermann, 1976). U međuvremenu je na tu temu publikovano mnogo naučnih radova i knjiga.

Uspešna primena koncepta stohastičkog programiranja otvorila je vrata za njegovu primenu u brojnim oblastima. Tako još u ranim radovima Markowitz-a (1952) koncepti stohastičkog programiranja su primenjeni u oblasti finansija. Takođe, isti ovi koncepti su sa velikim uspehom primenjeni u oblasti lanca snabdevanja, (Alonso-Ayuso et al., 2003), kao i za probleme logistike (Powell et al., 2002), ali i u oblasti telekomunikacija i mnogim drugim oblastima (Di Domenica et al., 2005).

U ovom radu posmatraćemo osnovni problem alokacije resursa čiji su parametri sa leve strane u skupu ograničenja stohastičke promenljive. Kreiranjem scenarija rešavaju se različiti deterministički dvojnici.

Zatim se Monte Karlo simulacijom (Ruszczynski et al., 2003) proveravaju verovatnoće zadovoljenja ograničenja.

Rad je organizovan na sledeći način. U sekciji 2. daće se postavka problema SLP, a u sekciji 3. opisać se osnovni pristupi njegovom rešavanju. U sekciji 4. predstavljen je optimizacioni-simulacioni pristup. Rezultati eksperimenata na jednostavnom hipotetičkom primeru dati su u sekciji 5.

2. POSTAVKA PROBLEMA STOHAŠTIČKOG LINEARNOG PROGRAMIRANJA (SLP)

U ovom radu ograničićemo razmatranje na klasični problem alokacije resursa koji u svojoj determinističkoj verziji ima sledeći oblik:

$$(\max) f(x) = c_1x_1 + \dots + c_jx_j + \dots + c_nx_n$$

pri ograničenjima (p.o.)

$$a_{11}x_1 + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1, l = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, n$$

Dodatno se, radi jednostavnosti izlaganja, pretpostavlja da su svi parametri modela nenegativni.

Pretpostavljajući da su samo parametri sa leve strane u skupu ograničenja stohastičke promenljive a_{ij} poznatih funkcija raspodele, problem linearnog stohastičkog programiranja (STP) je:

$$(\max) f(x) = \sum_{j=1}^n c_jx_j$$

p.o.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i, i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, n$$

Ovako postavljen matematički model je loše (bolesno) strukturiran, jer za neke fiksirane vrednosti upravljačkih pomenljivih ograničenja mogu, ali ne moraju biti zadovoljena, odnosno, rešenje možda jeste a možda nije dopustivo. Kao posledica toga, klasični koncept optimalnosti i definicija optimalnog rešenja ne mogu se primeniti za njegovo rešavanje.

3. PRISTUPI REŠAVANJU SLP

U svrhu rešavanja praktičnih problema SLP koriste se različiti pristupi "imunizacije" osnovnog problema (Vujošević, 2012, King & Wallace, 2012).

3.1. Robusna optimizacija

U ovom pristupu traži se optimalno rešenje x^* koje je dopustivo, bez obzira na realizacije slučajnih parametara u skupu ograničenja, a_{ij} . Ovo je konzervativni pristup koji nepovoljno utiče na odgovarajuću optimalnu vrednost kriterijumske funkcije. Zato se odgovarajuće optimalno rešenje naziva i presimističkim.

Radi jednostavnosti, u daljem tekstu ćemo razmatrati samo slučaj kada su parametri a_{ij} uniformno raspoređene slučajne veličine između svoje najmanje i najveće vrednosti $a_{ij} \in [a_{ij}^m, a_{ij}^M]$.

Robusno rešenje se dobija tako što se za svako a_{ij} uzme njegova najveća vrednost a_{ij}^M . Odgovarajući deterministički dvojnjak originalnog problema ima sledeći matematički model:

$$(\max) f(x) = \sum_{j=1}^n c_jx_j$$

p.o.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}^M x_j \leq b_i, i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, n$$

3.2. Verovatnostno programiranje ograničenja

Ovaj pristup polazi od toga da se umesto originalnog problema SLP postavi zadatak određivanja optimalnog rešenja koje zadovoljava novouvedena ograničenja da verovatnoće zadovoljenja originalnih ograničenja budu veće od nekih unapred zadatih p_t . Matematički model ovog determinističkog dvojnika je:

$$(\max) f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

p.o.

$$\left[\sum_{j=1}^n a_{tj} x_j \leq b_t \right] \geq p_t, t = 1, \dots, m$$
$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, n$$

Ovo je zadatak nelinearnog programiranja čije rešavanje nije jednostavno i sa praktične strane može biti „skupo”. Sa aspekta praktičnosti atraktivan je pristup zasnovan na rešavanju više različitih scenarija.

3.3. Pristup scenarija

Pristup generisanja i rešavanja scenarija obuhvata kreiranje ukupno S scenarija, njihovo rešavanje i naknadnu analizu problema. Jedan scenario je određen fiksnim vrednostima koeficijenata a_{ij} . Za određeni scenario $s, s = 1, \dots, S$ vrednosti koeficijenata a_{ij} su determinističke vrednosti $a_{ij}^s, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$. Matematički model odgovarajućeg determinističkog dvojnika je:

$$(\max) f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

p.o.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}^s x_j \leq b_t, t = 1, \dots, m$$
$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, n$$

Za scenario s dobija se optimalno rešenje $x^{s*} = (x_1^{s*}, \dots, x_j^{s*}, \dots, x_n^{s*})$ i odgovarajuća vrednost kriterijumske funkcije $f(x^{s*})$.

Dva su osnovna pitanja u pristupu scenarija:

1. Kako definisati jedan scenario, odnosno kako napraviti deterministički dvojniki postavljenog problema SLP?
2. Kako odrediti kvalitet dobijenog optimalnog rešenja za scenario s , odnosno, kako porediti vrednosti rešenja za različite scenarije?.

Za odgovore na postavljena pitanja predlažemo korišćenje optimizaciono-simulacionog pristupa koji se zasniva na idejama iz (Vujošević, 2012).

4. OPTIMIZACIONO-SIMULACIONI PRISTUP

Ovaj pristup kombinuje ideje scenarija i verovatnostnog programiranja ograničenja. U pitanju je iterativni postupak u kome se smenjuju postupci optimizacije za rešavanje determinističkog dvojnika i simulacije za proveru ograničenja.

4.1. Kreiranje scenarija

Za scenario koji odgovara robusnom rešenju, tj. scenario u kome se za svaki parametar a_{ij} stavi da njegova deterministička vrednost bude a_{ij}^M , dobiće se robusno rešenje x^{M*} . Njemu odgovara vrednost kriterijumske funkcije $f(x^{M*})$. Dobijeno optimalno rešenje je u svakom slučaju dopustivo.

Ako bi se rešio deterministički dvojniki sa minimalnim vrednostima za parametre a_{ij} , tj. stavilo da su njihove vrednosti a_{ij}^m , dobilo bi se optimalno rešenje x^{m*} , koje praktično nije dopustivo ali kome odgovara veća vrednost kriterijumske funkcije $f(x^{m*}) > f(x^{k*})$.

Na opisanim osobinama rešenja dva ekstremna scenarija za vrednosti parametara sistema a_{ij} uočava se sledeće opšte pravilo: sa povećanjem vrednosti parametara a_{ij} u odgovarajućem determinističkom dvojniku dobija se rešenje za koje verovatnoća da će originalna ograničenja SLP biti zadovoljena neće biti manja (po pravila biće veća), ali istovremeno odgovarajuća vrednost kriterijumske funkcije nije veća (po pravilu, biće manja). Što je a_{ij} bliže a_{ij}^k , veća je šansa da će za dobijeno optimalno rešenje ograničenja biti zadovoljena ali će vrednost kriterijumske funkcije, po pravilu, biti manja. Obratno, što je a_{ij} bliže a_{ij}^m , veća je šansa da kriterijumska funkcija ima veću vrednost ali da je šansa da ograničenja budu zadovoljena manja.

Na osnovu izloženog zaključujemo da je sa praktičnog aspekta opravdano generisati scenarija tako što se deterministički dvojnici definišu tako što se na određeni način, npr. linearno, povećavaju vrednosti parametara a_{ij} .

4.2. Provera ograničenja

Da bi se poredila rešenja dobijena za različita scenarija treba posmatrati vrednosti kriterijumske funkcije i verovatnoće zadovoljenja rešenja. Vrednost kriterijumske funkcije se direktno računa, a verovatnoće zadovoljenja ograničenja za određeno rešenje moguće je proceniti Monte Karlo simulacijom. Na osnovu tih vrednosti moguće je napraviti analizu razmene u cilju dobijanja kopromisnog rešenja.

5. PRIMER I EKSPERIMENTALNI REUZULTATI

Predloženi postupak ilustrovaćemo sledećim jednostavnim primerom problema alokacije resursa:

$$\max f(x) = 7x_1 + 9x_2 + 7x_3$$

p.o.

$$[2.5, 3.5]x_1 + [4.5, 5.5]x_2 + [4.5, 5.5]x_3 \leq 550$$

$$[4.5, 5.5]x_1 + [1.5, 2.5]x_2 + [2.5, 3.5]x_3 \leq 425$$

$$[2.5, 3.5]x_1 + [3.5, 4.5]x_2 + [1.5, 2.5]x_3 \leq 340$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

Prvi scenario je određen srednjim vrednostima za parametre a_{ij} , odnosno vrednosti a_{ij}^1 su određene tako da

je $a_{ij}^1 = \frac{a_{ij}^k - a_{ij}^m}{2}$. Odgovarajući deterministički model je:

$$\max f(x) = 7x_1 + 9x_2 + 7x_3$$

p.o.

$$3x_1 + 5x_2 + 5x_3 \leq 550$$

$$5x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 425$$

$$3x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 340$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

Optimalno rešenje je: $x_1^1 = 37.8$; $x_2^1 = 25.98$; $x_3^1 = 61.34$; odgovarajuća vrednost kriterijumske funkcije $f(x) = 927.8$. Simulacijom se dobija da su verovatnoće zadovoljenja ograničenja: $p_1 = 55\%$; $p_2 = 46\%$; $p_3 = 48\%$, a verovatnoća da su sva ograničenja zadovoljena je $\pi_s = 12\%$.

Svaki naredni scenario kreiran je tako što su nove vrednosti a_{ij}^{t+1} određene povećanjem za 10% vrednosti svog opsega u odnosu na prethodne. Na kraju je rešavan problem robusne optimizacije. Rezultati su prikazani u sledećoj tabeli.

Tabela 1: Pregled rezultata 6 scenarija

s	1	2	3	4	5	6
$f(x^{s*})$	927.8	901.35	876.25	852.39	829.61	808.06
p_1	0.55	0.71	0.81	0.95	0.98	1
p_2	0.46	0.66	0.82	0.92	0.98	1
p_3	0.48	0.63	0.88	0.93	0.99	1
Π_s	0.12	0.3	0.58	0.81	0.95	1

Rezultati prikazani u tabeli su u skadu sa analizom koja je bila povod razvoju ovog pristupa. Pojedinačne verovatnoće zadovoljenja ograničenja rastu kako se a_{ij} približava a_{ij}^N , tj. robusnom rešenju. Istovremeno, vrednost kriterijumske funkcije opada. Za vrednosti $a_{ij} = a_{ij}^N$, tj. za robusno rešenje, sva pojedinačna ograničenja su zadovoljena sa 100%, ali je vrednost kriterijumske funkcije za ovo rešenje je najmanja.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je na jednostavnom primeru alokacije resursa objašnjena osnovna ideja optimizaciono-simulacionog pristupa rešavanju problema SLP. Ovakav pristup ima praktično opravdanje, pogotovo za probleme koji nisu velikih dimenzija, odnosno za probleme u kojima broj baznih promenljivih nije veliki tako da se simulacioni pristup može primenjivati za proveru verovatnoće zadovoljenja originalnih ograničenja.

Prikazani su samo početni rezultati na ovom istraživanju koje ćemo dalje nastaviti uključivanjem dodatnih statističkih analiza i heuristika za kreiranje pogodnih scenarija. Posebno će se istraživati efikasnost ovog pristupa u zavisnosti od dimenzija i drugih bitnih osobina problema.

Zahvalnost

Ovaj rad je deo rezultata istraživanja na projektu TR 35045 koji finansira Ministarstvo za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije i na kome drugi autor učestvuje kao stipendista Ministarstva.

LITERATURA

- [1] Alonso-Ayuso, A., Escudero, L.F., Garin, A., Ortuno, M.T., Perez, G. (2003). An approach for strategic supply chain planning under uncertainty based on stochastic 0-1 programming. *Journal of Global Optimization*, 26, 97-124.
- [2] Bertsimas, D., Pachamanovab, D., Sim, M. (2004). Robust linear optimization under general norms. *Operations Research Letters*, 32, 510–516.
- [3] Charnes, A., Cooper, W.W. (1959). Chanced constrained programming. *Management Science*, 6, 73-79
- [4] Dantzig, G.D. (1995). Linear programming under uncertainty. *Management Science*, 1, 3-4.
- [5] Di Domenica, N., Lucas, C., Mitra, G., Valente, P. (2005). Scenario generation for stochastic programming (SP) and simulation: a modeling perspective. *CARISMA Report CTR*, 31.
- [6] Higle, J., Wallace, S. (2002). Managing risk in the new power business - a sequel. *IEEE Computer Applications in Power*, 12-19.
- [7] King, A.J., Wallace, W.S. (2012). *Modeling with Stochastic Programming*. Springer series in operation research and financial engineering, New York.
- [8] Markowitz, H.M. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7, 77-91.
- [9] Powell, W.B., Shapiro, J.A., Simao, H.P. (2002). An adaptive dynamic programming algorithm for the heterogenous resource allocation problem. *Transport Science*, 36, 231-249.
- [10] Ruszczyński, A., Shapiro, A. (2003). *Stochastic programming*, Series “Handbooks in Operations Research and Management Science”, Elsevier, 10.
- [11] Vujošević, M. (2012). *Metode optimizacije u inženjerskom menadžmentu*, AINS, Beograd.
- [12] Zimmermann, H.J. (1976). Description and optimization of fuzzy systems. *International Journal of General Systems*, 2, 61-72.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Meko računarstvo – Soft Computing



UPRAVLJANJE BILJNIM OTPADOM U PRISUSTVU NEIZVESNE TRAŽNJE

PLANT WASTE MANAGEMENT IN PRESENCE OF UNCERTAIN DEMAND

DANIJELA TADIĆ, JOVANA KOSTIĆ, Marija Zahar-Đorđević

Faculty of Engineering, Kragujevac, galovic@kg.ac.rs, jovic119@hotmail.com, maja_199@yahoo.com

Rezime: U ovom radu razmatran je problem upravljanja biljnim otpadom u prisustvu neizvesne tražnje. Razmatrani problem je postavljen kao zadatak fazi LP sa fazi vektorom ograničenja. Predloženi model je ilustrovan primerom u kome egzistiraju realni podaci.

Ključne reči: Upravljanje biljnim otpadom, Fazi skup, Fazi linearno programiranje

Abstract: In this paper, management of plant waste problem with presence uncertain demands is considered. The considered problem is stated as fuzzy linear programming task with fuzzy right sides. The proposed model is illustrated by example with real-life data.

Keywords: Plant waste management, Fuzzy set, Fuzzy linear programming.

1. INTRODUCTION

Upravljanje biljnim otpadom poslednjih decenija postao je vrlo aktuelan problem istraživanja. Termin biljni otpad se definiše kao sve biljke koje u sebi nemaju drugih primesa sem biljnih nastaje u procesima prerade poljoprivrednih proizvoda, prehrambenoj industriji i drugim industrijama u kojima se realizuju procesi prerade biljnog otpada. Procenjuje se da oko 20% ukupnog čvrstog otpada je biljni otpad. Skladištenje biljnog otpada u prirodi ima vrlo velike ekološke i ekonomske posledice. U razvijenim zemljama, rešenje razmatranog problema zasnovano je na ideji da biljni otpad treba učiniti korisnim- proizvode se kompost koji su najvažniji proizvod reciklaže biljnog otpada.

Upotreba komposata je višestruka i veoma značajna. Tako na primer, komposati se koriste za proizvodnju đubriva što omogućava smanjenje korišćenja veštačkih đubriva u poljoprivredi, smanjuju se troškovi odvoženja otpada iz domaćinstva i dr. U SAD postoji Savet za kompost. Jedan od zadataka ovog Saveta je da propagira postupak kompostiranja kao bitan za ekonomski razvoj zemlje, kao i za zaštitu životne sredine. Nažalost, u Srbiji ne postoji organizovana proizvodnja komposta.

Upravljanje lancem reverzne logistike označava da je potrebno odrediti optimalne količine proizvoda koji se kreću između različitih entiteta lanca sa ciljem da se maksimizira profit. Rešenje ovako definisanog problema može da se nađe primenom različitih metoda, najčešće se koristi metoda linearnog programiranja (LP) ([1],[2]).

Treba napomenuti da veliki broj promenljivih koji egzistira u problemu upravljanja biljnim otpadom nije moguće dovoljno dobro opisati determinističkim vrednostima. Sve neizvesnosti i nepreciznosti koje se javljaju u modelu su opisani primenom teorije fazi skupova ([3],[4]).

U literaturi se mogu naći radovi u kojima se razmatra problem upravljanje lancem snabdevanja u prisustvu neizvesnosti ([5],[6]).

Ovaj rad je organizovan na sledeći način u Odeljku 2 data je postavka problema u Odeljku 3 dat je fazi model linearnog programiranja (FLP), u Odeljku 4 dat je ilustrativni primer sa realnim podacima i u Odeljku 5 prikazani su zaključci.

2. POSTAVKA PROBLEMA

Rešenje problema upravljanje biljnim otpadom utiče na kvalitet života svih stanovnika kao i na profitabilnost mnogih privrednih subjekata.

Lanac reverzne logistike biljnog otpada sastoji se od sledećih entiteta: (1) mesta sakupljanja biljnog otpada, (2) reciklažnih centar i (3) kupaca proizvoda nastalih u procesima reciklaže.

Mesta sakupljanja se formalno predstavljaju skupom indeksa $I=\{1\dots i\dots I\}$, gde je i indeks mesta sakupljanja i I je ukupan broj mesta sakupljanja. Kako se u ovom radu razmatra biljni otpad mesta sakupljanja su svi objekti u kojima se proizvodi hrana. Na svako mesto sakupljanja $i, i=1,\dots,I$ dolazi više različitih biljnih sirovina koji se formalno predstavljaju skupom $K=\{1\dots k\dots K\}$. Indeks za biljnu sirovinu je k a ukupan broj biljnih sirovina je označen kao K . Treba napomenuti da broj i količina svake vrste $k, k=1,\dots,K$ koja se sakuplja na mestu $i, i=1,\dots,I$ zavisi od tražnje na razmatranom mestu sakupljanja. Biljni otpad koji nastaje na mestu $i, i=1,\dots,I$ jednak je zbiru otpada koji nastaje u procesu obrade biljne sirovine $k, k=1,\dots,K$. Neka je $a_k, k=1,\dots,K$ označen procenat otpada koji nastaje usled obrade biljne sirovine $k, k=1,\dots,K$. Vrednost $a_k, k=1,\dots,K$ prvenstveno zavisi od tehnološkog nivoa procesa proizvodnje hrane na mestu $i, i=1,\dots,I$. Biljni otpad koji nastaje na mestu $i, i=1,\dots,I$ skladišti se u kontejnere odakle se prevozi do reciklažnih centara.

Reciklažni centri se formalno predstavljaju skupom $J=\{1\dots j\dots J\}$, gde je j indeks za reciklažni centar i J je ukupan broj reciklažnih centara. Na svakom reciklažnom centru $j, j=1,\dots,J$ primenom odgovarajućih tehnologija za reciklažu biljnog otpada nastaju poluproizvodi koji mogu dalje da se obrađuju (komposti) i finalni proizvodi koji se prodaju kupcima ili se skladište. Na osnovu podataka iz literature može da se kaže da manje od 10% od ukupnih proizvoda reciklaže su finalni proizvodi [7]. Shodno tome, finalni proizvodi se daje ne razmatraju. Poluproizvodi se formalno predstavljaju skupom $R=\{1\dots r\dots R\}$. Ukupan poluproizvoda je označen kao R . Indeks poluproizvoda je označen kao $r, r=1,\dots,R$. Broj i vrsta poluproizvoda koji nastaju na reciklažnom centru $j, j=1,\dots,J$ zavisi od tehnološkog nivoa reciklažnog centra $j, j=1,\dots,J$ i tražnje za svakom vrstom poluproizvoda proizvoda $r, r=1,\dots,R$ koja se određuje prvenstveno na osnovu podataka iz evidencije, procene i znanja menadžment tima reverznog lanca logistike.

3. FLP SA NEIZVESNIM VEKTORIMA OGRANIČENJA

U ovom radu posmatra se problem upravljanja biljnim otpadom kroz ceo lanac reverzne logistike. U modelu egzistira veliki broj promenljivih. Vrednosti velikog broja promenljivih nije moguće precizno odrediti. U ovom radu se modeliraju trougaonim fazi brojevima. Trougaona funkcija raspodele mogućnosti nudi dobar kompromis između tačnosti opisa i jednostavnosti računanja [8].

U cilju lakšeg razumevanja FLP modela koji je prikazan u ovom radu, dat je nadalje opis promenljivih i parametara koji egzistiraju u predloženom modelu.

x_{ik} -količina proizvoda $k, k=1,\dots,K$ koja se doprema u razmatranom vremenskom periodu na mesto sakupljanja $I, i=1,\dots,I$

t_{ik} - jedinično vreme obrade proizvoda $k, k=1,\dots,K$ na mestu sakupljanja $i, i=1,\dots,I$

Q_i -raspoloživi kapacitet mesta sakupljanja $i, i=1,\dots,I$; obično se računa kao raspoloživi broj radnih sati koji zavisi od broja radnika na mestu $i, i=1,\dots,I$

\tilde{d}_{ik} -tražnja za proizvodom $k, k=1,\dots,K$ na mestu sakupljanja $i, i=1,\dots,I$. Ova vrednost je opisana fazi brojem (l_{ik}, m_{ik}, u_{ik}) . Donja, gornja granica i modalna vrednost trougaonog fazi broja \tilde{d}_{ik} su označene kao l_{ik}, u_{ik} , and m_{ik} , respektivno. Vrednosti u domenu neizvesne tražnje se određuje na osnovu podataka iz evidencije.

a_k je procenat biljnog otpada koji nastaje u procesu obrade jedinice proizvoda $k, k=1,\dots,K$; ova vrednost se određuje iskustveno

b_i -raspoloživi kapacitet za skladištenje biljnog otpada na mestu sakupljanja $i, i=1,\dots,I$; najčešće se računa kao proizvod zapremine kontejnera i broja kontejnera na mestu sakupljanja $I, i=1,\dots,I$

y_{ij} -količina biljnog otpada koja se transportuje od mesta sakupljanja $i, i=1,\dots,I$ do mesta reciklaže $j, j=1,\dots,J$

m_{ij} -procentualna vrednost biljnog otpada koja se transportuje od mesta sakupljanja $i, i=1,\dots,I$ do mesta reciklaže $j, j=1,\dots,J$

b_r - procentualno učešće biljnog otpada u poluproizvodu $r, r=1,\dots,R$

c_r jedinična dobit polu-proizvoda tipa $r, r=1,\dots,R$

\tilde{d}_r - tražnja za poluproizvodom $r, r=1,\dots,R$. Ova vrednost je opisana trougaonim fazi brojem (l_r, m_r, u_r) .

Donju, gornju granicu l_r, u_r i modalnu vrednost m_r u domenu trougaonog fazi broja \tilde{d}_r određuje menadžment tim reverznog lanca logistike.

Formalna postavka zadatka upravljanja biljnim otpadom data je nadalje:

Funkcija cilja

$$\max \sum_{r=1}^R c_r b_r \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K m_{ij} a_k x_{ik}$$

Ograničenja:

$$x_{ik} \leq \tilde{d}_{ik}, \quad i=1, \dots, I; \quad k=1, \dots, K \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^K t_{ik} \cdot x_{ik} \leq Q_i \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^K a_k \cdot x_{ik} \leq b_i \quad (3)$$

$$\sum_{r=1}^R b_r \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I m_{ij} \sum_{k=1}^K a_k x_{ik} \leq \tilde{d}_r \quad (4)$$

$$x_{ik} \geq 0$$

Ovako definisani model je FLP model sa neizvesnim vrednostima ograničenja. Optimalno rešenje se dobija primenom postupka razvijenom u [9] koji je povezan sa LINDO programskim paketom za rešavanje LP problema.

4. ILUSTRATIVNI PRIMER

Razvijeni FLP model je testiran na realnim podacima. Reverzni lanac logistike sastoji od dva mesta sakupljanja ($I=2$) i dva mesta reciklaže biljnog otpada ($J=2$). Na svako mesto sakupljanja $i, i=1,2$ dopremaju se tri različite vrste proizvoda, $k=1,2,3$. Jedinica mere sva tri proizvoda je kilogram. Proizvod procesa reciklaže u oba reciklažna centra je kompost ($R=1$). Jedinичna dobit kilograma komposta je 25 dinara. Vremenski period u kome se posmatra upravljanje je jedan mesec.

Nadalje su prikazani rezultati dobijeni korišćenjem LINDO softvera. Treba napomenuti da su uvedene sledeće oznake $x_1 = x_{11}, x_2 = x_{12}, x_3 = x_{13}, x_4 = x_{21}, x_5 = x_{22}, x_6 = x_{23}$

Funkcija cilja:

$$\max \{5x_1 + x_2 + x_3 + 6x_4 + 0.15x_5 + 2x_6\}$$

Ograničenja:

$$(1): x_1 \leq (400, 500, 600), x_2 \leq (200, 250, 300), x_3 \leq (100, 100, 120), x_4 \leq (800, 1000, 1000)$$

$$x_5 \leq (350, 400, 450), x_6 \leq (180, 200, 220)$$

$$(2): 0.16x_1 + 0.25x_2 + 0.5x_3 \leq 504$$

$$0.2x_4 + 0.3x_5 + 0.56x_6 \leq 336$$

$$(3): 0.25x_1 + 0.05x_2 + 0.05x_3 \leq 1800$$

$$0.3x_4 + 0.08x_5 + 0.1x_6 \leq 900$$

$$(4): 0.225x_1 + 0.045x_2 + 0.045x_3 + 0.24x_4 +$$

$$0.072x_5 + 0.09x_6 \leq (4000, 5000, 6000)$$

Koristeći procedure za rešavanje LP sa neizvesnim ograničenjima [9] i LINDO dobijaju se sledeći rezultati.

Najmanja i najveća vrednosti funkcije cilja dobijene su u šestoj iteraciji i iznosi $f_L = 10197.6$ i $f_U = 13646.4$

Optimalno rešenje se dobija pomoću LP zadatka u kome je cilj da se maksimizira nivo zadovoljenja (x_7):

Funkcija cilja:

$$\max \{5x_1 + x_2 + x_3 + 6x_4 + 0.15x_5 + 2x_6\}$$

Ograničenja:

$$(1): x_1 + 50x_7 \leq 550, x_2 + 50x_7 \leq 300$$

$$x_3 + 10x_7 \leq 110, x_4 + 200x_7 \leq 1200$$

$$x_5 + 50x_7 \leq 450, x_6 + 10x_7 \leq 210$$

$$(2): 0.16x_1 + 0.25x_2 + 0.5x_3 \leq 504$$

$$0.2x_4 + 0.3x_5 + 0.56x_6 \leq 336$$

$$(3): 0.25x_1 + 0.05x_2 + 0.05x_3 \leq 1800$$

$$0.3x_4 + 0.08x_5 + 0.1x_6 \leq 900$$

$$(4): 0.225x_1 + 0.045x_2 + 0.045x_3 + 0.24x_4 + 0.072x_5 + 0.09x_6 + 500x_7 \leq 5500$$

$$(5): 3448.8x_7 - 5x_1 - x_2 - x_3 - 6x_4 - 0.15x_5 - 2x_6 \leq -10197,6$$

$$x_1, \dots, x_7 \geq 0$$

Primenom LINDO softvera dobijaju se sledeća rešenja:

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X7	0.104913	0.000000
X1	544.754333	0.000000
X2	294.754333	0.000000
X3	108.950867	0.000000
X4	1179.017334	0.000000
X5	0.000000	0.000010
X6	178.922394	0.000000

Maksimalna vrednost dobiti koja se ostvari reciklažom biljnog otpada u razmatranom lancu reverzne logistike je $f^* = 10559.43$.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu, problem upravljanja biljnim otpadom u prisustvu neizvesne tražnje je opisan kao zadatak fazi LP. Vrednosti tražnje se definiu na osnovu podataka iz evidencije. Funkcija cilja je definisana kao ukupna dobit koja se ostvaruje prodajom komposta. Razvijeni model je fleksibilan u pogledu promene broja entiteta lanca reverzne logistike, kao i promene u vrednostima tražnje jednog ili svih proizvoda. Optimalno rešenje je nađeno primenom LINDO programskog paketa reverznog lanca.

U budućem radu predloženi fazi model može da se proširi uvođenjem novih promeljivih kao na primer troškova transporta i da se takav model testira na problemima velikih dimenzija.

LITERATURA

- [1] Vidal, C. & Goetschalckx, M. (2001). A global supply model with transfer pricing and transportation cost allocation. *European Journal of Operational Research*, 129 134-158.
- [2] Perron, S., Hansen, P., Le Digabel, S. & Mladenović, N. (2010). Exact and heuristic solutions of the global supply chain problem with transfer pricing. *European Journal of Operational Research*, 202(3) 864-879.
- [3] Klir, G.J. & Folger, T.A. (1988). *Fuzzy Sets, Uncertainty and Informations*. New York: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- [4] Zimmermann, H.J. (2001). *Fuzzy sets theory and its applications*. Boston: Kluwer Nijhoff Publishing.
- [5] Galović, D. (2003). Novi fazi model za upravljanje globalnim lancem snabdevanja. U N. Mladenović (Ed.), *Simpozijum za operaciona istraživanja* (491-494). Beograd: Matematički Institut SANU.
- [6] Petrović, D. & Roy, R., (2001). Modelling and simulation of a supply chain in an uncertain environment. *European Journal of Operational Research*, 109 299-309.
- [7] Mirecki, N., Wehinger, T. & Jaklič, M. (2011). *Organska proizvodnja*, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [8] Klir, G., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic, theory and applications*. New Jersey: Prentice Hall.
- [9] Vujošević, M. (1999). *Operaciona istraživanja-izabrana poglavlja*. Beograd: FON.



OPTIMIZACIJA RADA EKSPRES I KURIRSKJE SLUŽBE

OPTIMIZATION OF THE EXPRESS AND COURIER SERVICE OPERATION

JELENA MILUTINOVIĆ

Visoka škola strukovnih studija za informacione i komunikacione tehnologije, Beograd, jelena.milutinovic@ict.edu.rs

Rezime: *Ekspres operatori nude garantovan, brz, pouzdan, na zahtev, izuzetno rasprostranjen, integrisan od vrata do vrata servis prenosa pošiljaka koje se prate i čiji je tok u potpunosti kontrolisan. Iz tog razloga ovaj elitni servis zahteva neprekidno usavršavanje i optimizaciju svih segmenata. Segmentiranje korisnika, odnosno mogućnost definisanja parametara koji su od vitalnog značaja za približavanje grupama korisnika i ostvarivanje efikasnog i efektivnog poslovanja kroz korišćenje fazy sistema isključuje prilagođavanje, a donosi planiranje kao vid poslovanja i konkurentsku prednost. Model je primenljiv kao podrška u odlučivanju jer uzima u obzir stohastičku prirodu zahteva za opslugom i neodređenost koja je prisutna u pojavi zahteva za opslugom svodi na najmanju meru.*

Ključne reči: *ekspres i kurirski servis, optimizacija, fuzzy sistem, GIS.*

Abstract: *Express operators are offering guaranteed, fast, reliable, on-demand, highly widespread, door to door integrated parcel delivery service of in which the parcels are delivered through a completely controlled and monitored route. For that reason this elite service requires a continuous improvement and optimization of all segments. User segmentation, or the possibility of defining the parameters of vital importance for approaching the customer groups and realizing an efficient and effective management through the use of fuzzy system, excludes adjustment and brings planning as a form of management and competitive advantage. The model is applicable as a decision making support because it takes in account the stochastic nature of the requirements for customer service and brings uncertainty, which is present in the customer service requirements, to a minimal level.*

Keywords: *express and courier service, optimization, fuzzy system, GIS*

1. UVOD

Nagli razvoj privrede i društva u celini potražuje jedan fleksibilan sistem koji će moći da odgovori na novonastale zahteve tržišta - liberalizaciju i pojavu konkurencije na njemu, pa poštanske organizacije poslednjih godina sve više nastoje da im u poslovanju i formiranju poslovne politike kao osnova služe zahtevi tržišta, odnosno potrebe i želje klijenata.

Javni poštanski operator je po pravilu obavezan da grupaciju rezervisanih poštanskih usluga pruža na teritoriji cele zemlje. Ove usluge država garantuje poštanskom operatoru kao ekskluzivno pravo u okvirima određenog limita po masi i ceni. Međutim, u delu koji se odnosi na univerzalne nerezervisane usluge kao i komercijalne usluge (paketske pošiljke i ekspres i kurirske usluge) sve je vidljivija i jača konkurencija. Ekspres i kurirske usluge su usluge koje postavljaju standarde u oblasti praćenja pošiljaka i prerade, a nove dodatne vrednosti - transport od vrata do vrata i dostava sledećeg dana ili u vreme koje je definisano nedvosmisleno određuju konkurentsku prednost.

2. ORGANIZACIJA RADA EKSPRES PRENOSA POŠILJAKA U JP PTT SRBIJA

Cilj svake kompanije za ekspres prenos pošiljaka je da maksimizira svoj profit i da pri tom odgovori na zahteve korisnika uz minimalne troškove. Broj pošiljaka koji se daje na prenos i njihova priroda određuju prihod, a preduzeće može na indirektnan način da utiče na broj poziva i broj korisnika - visokim kvalitetom usluge. Najveći udeo u troškovima predstavljaju troškovi goriva i radne snage, a jedan od najvećih startnih troškova je trošak kupovine vozila za prevoz pošiljaka. Zato je veoma važno optimizirati rute kojima se

kreću vozila jer projektovanjem optimalnih ruta nalazimo optimalni broj zaposlenih, a time i broja vozila uz održavanje visokog kvaliteta usluge.

Dosadašnji sistem rada zasnivao se na principu da postoji posebno odeljenje kurira koji rade u fazi preuzimanja pošiljaka, dok je potpuno odvojeno odeljenje za uručenje pošiljaka primaocima. Jedan od razloga ovakvu organizaciju jeste u tome što dispečeri koji usmeravaju kurire rade na osnovu iskustva, bez ikakvog softvera koji bi mogao da bude podrška u odlučivanju, pa bi u situaciji da se prijem i dostava organizuju kroz jedinstvenu službu postojao preveliki broj kurira da bi jedan čovek mogao uspešno da raspodeljuje zadatke. Pošta Srbije nudi svojim korisnicima uslugu ekspres prenosa pošiljaka pod nazivom Post Express. Postoje tri tipa ove usluge – Danas za odmah, Danas za danas i Danas za sutra.

Cilj je minimizirati ukupnu dužinu ruta koje prelaze kuriri uz zadovoljenje projektovanog kvaliteta, minimiziranje broja zaposlenih uz maksimiziranje produktivnosti kurira.

Dakle, trenutno stanje je da se prijem i dostava vrše kroz dva nezavisna servisa. Prijem se organizuje iz glavnog poštanskog centra GPC koji se nalazi u Savskoj ulici, dok je dostava decentralizovana – za nju je zaduženo 11 dostavnih pošta.

3. PREGLED LITERATURE I NEKA REŠENJA POŠTANSKIH UPRAVA

Dati problem se kroz literaturu rešava kao problem rutiranja saobraćajnih sredstava.

Ovom problemu se može pristupiti na različite načine. U slučaju jedne baze, kako je i dato u osnovnoj postavci problema, dva veoma često korišćena pristupa su Rutiranje-zoniranje i Zoniranje-rutiranje, kao i Clarke-Wright-ov algoritam ušteda, a uzimajući u obzir neodređenost vremena putovanja, rastojanja i transportnih troškova između pojedinih parova čvorova, kao vrlo primenljiv u ovom slučaju može biti i Modifikovani Clarke-Wright-ov algoritam ušteda zasnovan na pravilima fuzzy aritmetike (*Teodorović i Kikuchi 1991*).

Ukoliko se u rešavanje problema uvrste i vremenska ograničenja koja jesu karakteristična za ovaj problem, on se usložnjava jer se moraju poštovati momenti vremena ili vremenski intervali tokom kojih moraju da započnu određene transportne aktivnosti.

Za rešavanje ruting problema ove vrste koriste se dinamički Dial-a-Ride sistemi koje karakterišu nepostojanje fiksnih ruta i potreba njihovog prilagođavanja novonastalim zahtevima tokom vremena. Korisnici usluga telefonom ili putem interneta komuniciraju sa dispečerskom službom i ispostavljaju zahtev za prevozom koji je okarakterisan izvorom, sadržajem i ciljem. Na osnovu ispostavljenih zahteva (novoselektovanih čvorova) vrše se izmene ruta vozila koja vrše opsluživanje korisnika. (*Janićijević i Avramović 2007*)

Problem se može rešavati definisanjem rada kurirske službe kroz dva algoritma aproksimativnog rezonovanja korišćenjem fazi logike – kroz prvi algoritam se donosi odluka koje će vozilo iz voznog parka preuzeti zahtev, a kroz drugi algoritam se dizajnira nova ruta ubacivanjem novog zahteva u razmatranu rutu za vozilo kome je pridružen zahtev. (*Teodorović i Radivojević 2000*)

Veoma zanimljivo rešenje se nudi, ne kroz unapred definisane fiksne oblasti isporuke, već fleksibilnu isporuku oblastima gde se svakako mora naći kompromis između koristi od prethodno usvojene i poznate rute za vozača i moguće fleksibilnosti planiranja. Osnovna ideja je da se na temelju aukcija između provajdera usluge prenosa pošiljke u okviru „poslednjeg kilometra“ napravi obostrano koristan dogovor u cilju povećanja efikasnosti. U zavisnosti od veličine koridora menja se i broj kritičnih tačaka koje su predmet aukcije. (*Schwind, Kunkel, 2010*.)

U skladu sa postojanjem značajne konkurencije na tržištu javljaju se ideje stvaranja strateških alijansi, objedinjavanja servisnih centara, zatvaranja, otvaranja i deljenja terminala, kao i alokacija servisnih centara na terminale. Primenom genetskog algoritma napravljen je optimalan plan rada u okviru alijanse uz maksimiziranje profita učesnika i zadovoljenje narastajućih zahteva korisnika za opslugom i primenjen na udruženje četiri kompanije. (*Ferdinand, Chung, Jeung Ko, Seung Ko 2011*.)

Korišćenje specifičnog načina prikupljanja pošiljaka kod ekspres servisa koordiniranim radom vozila s kurirom i kurira koji, u zavisnosti od modela, samostalno prikuplja pošiljke i predaje vozilu ili u pojedinim delovima rute koristi prevoz, pomaže jednostavnijem i bržem načinu dolaženja do klijenta bez problema parkiranja (*C.K.Y. Lin, 2008*) uz opciono korišćenje i trećeg vida prevoza kurira - motorciklom koje je popularno u urbanim gradskim sredinama zbog jednostavnije manipulacije. Ideja rada sa motorciklima je široko prihvaćena u urbanom području (*I-Lin Wang, 2008*.) i u radu prvi put obrađena na osnovu uporedne analize dva najzastupljenija modela „hab-and-spoke“ i „point-to-point“ preuzeta iz vazdušnog saobraćaja.

U radu ekspres službe u centralnim područjima velikih gradova u opsluživanju stanovnika višespratnica dolazi do velikih problema izraženih kroz troškove parkiranja, plaćanje kazni, veliko zadržavanje, otežan prilaz ukoliko se radi sa kombi vozilima, pa se za urbano gradsko područje Toronta izlaže problem i daju

neka rešenja koja praktično snižavaju troškove i pomažu rad službe uz podršku gradske vlasti koja prepoznaje značaj transporta za neometano funkcionisanje privrede - pri tom zapošljava 50000 ljudi i ostvaruje 8 milijardi dolara prihoda – 80000 pošiljaka dnevno u Torontu, 2,2 miliona u Kanadi, dok u svetu zapošljava 2,8 miliona ljudi i ostvaruje 80 milijardi dolara svetskog GDP-a. (2009, *Institute of Housing & Mobility, Ryerson University, Toronto, Ontario*)

Nova ideja u radu ekspres službe za velika urbana područja u gradovima preko 100.000 stanovnika sa više od 10.000 korisnika usluge rešavana je pomoću SRP (Street Routing Problem). Ovakav problem se obično rešava pomoću kombinovanog moda opsluge – vožnja do prve oblasti, opsluživanje čitave oblasti peške, pa vraćanje u depo kolima, sa više poštara. Problem se rešava u dve faze – prvo se definišu klasteri na prirodan način i odredi okvirna dužina rute, a zatim se rešava specijalni VRP koristeći mrežu puteva (GIS, GPS) što je autor uradio koristeći heuristiku, metaheuristike i tabu pretraživanje na realnim primerima. (Matis, 2010)

4. PRIMER IZ PRAKSE

Dobrodolac (2011) rešavajući konkretan problem razvija model čija je osnova jedinstvena služba koja će simultano obavljati poslove prijema i dostave. On razdvaja problem na tri faze:

- Problem pred-optimizacije
- Problem optimizacije u realnom vremenu (algoritam za brzo reagovanje) – rad ove službe se deli u dva dela – od 8 do 12 časova i posle 12 časova, a razlog za ovo je to što je do 12 časova potrebno vršiti i prijem i dostavu, a posle 12 časova samo prijem pošiljaka gde se rejoni mogu reorganizovati
- Problem periodičnog poboljšanja rešenja, tzv. re-optimizacija – kada postoji neko početno rešenje, koje ne mora biti optimalno, ono se može preispitivati za šta autor predlaže metaheuristike, konkretno tabu pretraživanje

Autor, takođe, obzirom na stohastičku prirodu zahteva za opslugom i visoke fiksne početne troškove nabavke vozila, predlaže stvaranje ugovornih odnosa za vozačima koji imaju parcijalno radno vreme, odnosno pozivaju se na posao samo kada za tim postoji potreba. Kao ideja se javlja i korišćenje bicikala što ima ograničenja po masi i obimu pošiljaka koje se predaju na prenos, kao i nedostatka biciklističkih staza.

Ovakvom optimizacijom dobijaju se konkretne uštede – sadašnje stanje od 86 kurira zamenilo bi se sa 53 stalno zaposlena kurira i angažovanjem po ugovoru po potrebi, najviše ukupno 71 kurir.

Zbog značajne neodređenosti u zahtevima koji se javljaju u ekspres službi, kao i velikih troškova koji odatle proizilaze, optimalan broj kurira koji bi radili u ovom segmentu se može naći pomoću fuzzy logike uz korišćenje GIS-a (Geografski informacioni sistem). Slična ideja je implementirana na određivanju optimalnog broja taksi stanica u Ankari (Ocalir,2010)

4.1. GIS i poštanski saobraćaj

GIS omogućuje digitalno obuhvatanje i redigovanje, memorisanje i reorganizaciju, modeliranje i analizu, kao i alfanumeričko i grafičko prikazivanje prostornih podataka, te je odlična osnova za efikasno vrednovanje i ocenjivanje određene oblasti.

Razvojem GIS-a kojim možemo vezivati velike količine značajnih podataka, stiču se uslovi za primenu ove tehnologije u poštanskom saobraćaju. U poslednjih nekoliko godina došlo je do značajne promene zahteva korisnika u pogledu broja i kvaliteta prenosa paketskih, post-ekspres, pošiljaka direktne pošte uz podsećanje da JP PTT saobraćaja „Srbija“ od ranije ima problem sa smanjenim resursima u velikim gradovima, a predimenzionisanim kapacitetima u ruralnim oblastima.

U poštanskom saobraćaju prisutna je potpuna šarenolikost korisnika. Na osnovu raspoloživih podataka moguće je podeliti neko područje po određenom kriterijumu na odgovarajući broj segmenata:

- fizička lica,
- pravna lica – veliki korisnici,
- pravna lica – potražuju mali obim usluga i
- pravna lica koji nisu korisnici usluga Pošte.

4.2. Predlog modela

Osnovna ideja u definisanju zona dostave jeste da one mogu da budu promenljive. Dobra strana jeste u tome što je mreža JPM (jedinice poštanske mreže) vrlo gusta, pa se vrlo lako mogu pomerati centri zona po potrebi.

Model usvaja decentralizovanu jedinstvenu službu ekspres i kurirske službe - prijema i dostave pošiljaka. Naime, sve pošiljke za dostavu polaze iz GPC (glavnog poštanskog centra) i raznose se do dostavnih pošta,

dok će se broj ruta u okviru definisanih dostavnih reiona, odnosno vozila, a samim tim i kurira (jedan automobil, jedan kurir) dobiti kroz fuzzy logički sistem kroz proces aproksimativnog rezonovanja.

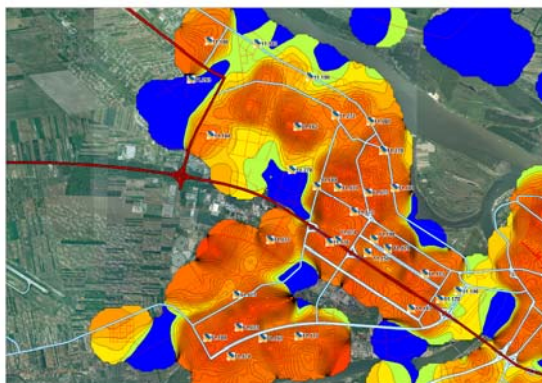
Ulazne promenljive su:

- Prihod stanovništva
- Gustina zaposlenih
- Odnos dužina puteva koji jesu dostupni području servisa – zoni u zadatom vremenskom okviru u odnosu na ukupnu dužinu puteva obuhvaćenu datom zonom – izražen u procentima.

Izlazna promenljiva je broj zona u okviru jedne dostavne pošte u okviru kojih jedan kurir u jednom vozilu vrši dostavu i prijem pošiljaka, što posredno daje i broj kurira koji moraju biti zaposleni, odnosno optimizuje njihov broj.

Prihod stanovništva je prva ulazna promenljiva koja se uzima u razmatranje jer postoji veza između bogatijeg stanovništva koje više koristi moderna sredstva komunikacije, samim tim i prednosti e-trgovine, te je u regijama sa višim prihodima i veći broj korisnika e-trgovine, a samim tim i zahteva za uslugama post-ekspres-a (od 42,2% stanovništva u Srbiji koji koriste internet, 18,1% korisnika naručuje dobra putem e-trgovine – Pošta Srbije radi na redefinisaju procedure vezane za e-trgovinu, naročito za robu i proizvode iz inostranstva, pa se, u skladu sa tim, očekuje porast korisnika ove usluge).

Gustina zaposlenih predstavlja broj radnih mesta na nekom prostoru – to je broj pravnih lica koji su izuzetni korisnici ovih usluga i izražava se kao broj ljudi po kilometru kvadratnom. U anketi koju je sproveo RAPUS (Republička agencija za poštanske usluge) procenat pravnih lica koja koriste ove usluge je iznad 80%. U budućnosti se može raditi na poboljšanju nekih segmenata poslovanja (ljubaznost osoblja, brzina dolaska, pružanje adekvatnih informacija, sigurnost pošiljke, stvaranje trajnih odnosa sa korisnicima i partnerstava u cilju integracije u proizvodni proces – slanje komponenata proizvodnog procesa, kvarljive robe, osetljive robe i slično).



Slika 1: Gustine pravnih lica na jednom gradskom području

Velika prednost GIS-a je ta što je u stanju da na dnevnom nivou kreira novu organizacionu shemu što direktno dovodi do uštede, odnosno povećanja kvaliteta usluge jer se uvek radi sa optimalnim brojem vozila i izvršilaca.

Prikupljanje podataka o svim relevantnim parametrima za jedno posmatrano područje kao što su broj stanovnika, broj domaćinstava, broj pravnih subjekata sa nazivima i delatnošću, količina pošiljaka po vrstama, učestalost potražnje (svakodnevno, povremeno, retko, samo u hitnim slučajevima), podaci koji govore o tome da li se radi o pojedinačnoj ili grupnoj tražnji, o načinu plaćanja, vremenu potražnje, broju i lokaciji uslužnih jedinica su nepresušan izvor za neprekidno i efikasnije segmentiranje tržišta.

Prema anketi koja je sprovedena i prema zvaničnim podacima o kvalitetu usluge najznačajniji parametri za nezadovoljstvo korisnika odnose se na sigurnost pošiljaka, nepoštovanje rokova i brzinu dolaska kurira. U okviru poslednjeg značajnog parametra korisnici su se usaglasili da je prihvatljivo vreme od poziva do dolaska kurira sat vremena. Naravno, tu se mora uzeti u obzir kretanje kroz gradska zagušenja, dinamičko pristizanje zahteva, kao i zahtevi kurirske dostave koji da bi se sprovedu u zadatom roku moraju da počnu što pre. Iz tog razloga bitna je poslednja ulazna promenljiva - odnos dužina puteva koji jesu dostupni području servisa – zoni u zadatom vremenskom okviru u odnosu na ukupnu dužinu puteva obuhvaćenu datom zonom izražen u procentima što daje i broj kurira koji moraju biti zaposleni, odnosno optimizuje njihov broj.

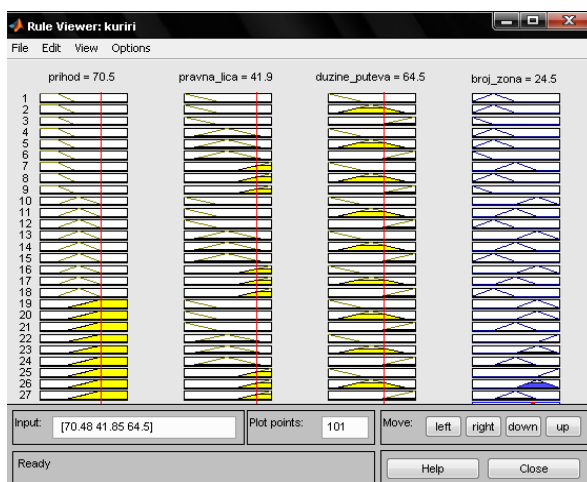
U zavisnosti od zahteva korisnika ili pooštavanja njihovog kriterijuma, kao i poređenjem vremena dolaska sa konkurentnim organizacijama može se doći do optimalnog vremena koje se definiše za poslednju ulaznu promenljivu, pa se zatim, uz pomoć GIS-a utvrđuje dužina puteva u definisanom rejonu koji se nalaze

u, odnosno van njega, odnosno odgovarajući procenat izražen odnosom ukupnih dužina puteva ulične mreže u okviru zona dostupnih u definisanom vremenskom intervalu i one dužine puteva koja je se nalazi u okviru zona. Može se početi od prethodno definisanih 12 dostavnih pošta jer one već imaju odgovarajuću infrastrukturu, pa ići na povećanje broja dok se ne postigne odgovarajući kvalitet. Naravno, i do sada su postojali utvrđeni kriterijumi za utvrđivanje reiona i zona najčešće bazirani na iskustvu, ali GIS daje izvanredne mogućnosti u dinamizmu njihovog određivanja, a značajno olakšanje daje i implementirano obeležavanje svake adrese jedinstvenim PAK-om (poštanskim adresnim kodom). Važno je da se uzme u obzir dinamika promena dostupnih demografskih i psihografskih karakteristika stanovništva, da se prate karakteristike terena, mogućnost implementacije alternativnih načina prevoza, statistika o količinama i vrsti pošiljaka kako bi se model stalno prilagođavao novonastalim zahtevima.

Ulazne promenljive bi bile predstavljene trouglastim funkcijama pripadnosti sa tri različite moguće vrednosti – malo, srednje i veliko – M, S, V, posebno definisano za svaku promenljivu.

Izlazna promenljiva bi trebalo da ima više, najmanje 5 različitih vrednosti, u ovom slučaju (veoma mali, mali, srednji, veliki, veoma veliki – VM, M, S, V, VV) kako bi sam model bio osetljiviji na promene ulaznih parametara.

Baza fuzzy pravila je generisana na osnovu iskustva i podataka o radu post-ekspres službe u prethodnom periodu. Na osnovu ovakvog logičkog sistema može se vršiti i planiranje u skladu sa razvojem grada, tako da ne dolazi do prilagođavanja novim uslovima, već se promene spremno dočekuju što je od presudnog značaja u vrlo oštroj, nekada i nepoštenoj konkurenciji sa osnovnim ciljem snižavanja troškova, povećanja profita i zadovoljenja potreba korisnika.



Slika 2: Fuzzy logički sistem

Pomoću modela se dobija broj zona specijalizovane dostave, pa se posredno vrši utvrđivanje optimalnog broja vozila što je značajan podatak jer se znatna sredstva troše na nabavku vozila.

Tabela 1: Rezultati primene modela na realnom primeru – grad Beograd

Deo grada - Beograd	Gustina zaposlenih	Prihod stanovništva	Dužina puteva (procenat)	Broj zona (aktuelno)	Broj zona (model)
Centralna poslovna zona	41850.13	70500	64.5	25	24.5
Novi Beograd i Zemun	24397.47	72568	83.7	19	19.5
Voždovac	18075.48	50268	80	16	15.8
Rakovica	3266.66	41911	86.7	5	11.5
Banovo brdo	5501.35	45844	85	9	13.5

Broj vozila i ne mora biti jednak broju kurira, već se mora razmišljati o razvoju alternativnih načina transporta – npr. biciklima u skladu sa trendom smanjenja karbonskih emisija, a samim tim i uštedama, kao i motorcikala za prenošenje pošiljaka čija ukupna težina ne prelazi 20 kg, a olakšava manipulaciju u užem gradskom jezgru, kao i jednostavnije parkiranje i opsluživanje višespratnica. Takođe, kao što je dato u pregledu literature, za veliku potražnju u užem gradskom jezgru, odnosno veliku koncentraciju pravnih lica,

može se organizovati prevoz više lica jednim vozilom, pa bi se u određenim tačkama mogle predavati pošiljke ili bi vozilo posle izvesnog vremena moglo da sakupi raštrkane poštare.

5. ZAKLJUČAK

Model može da bude podrška u odlučivanju pri reorganizaciji zona jer se dosadašnja segmentacija gradova vršila iskustveno u skladu sa postojećim pravilima definisanim za dostavne rejone dostavnih pošta koji se ujedinjuju u odgovarajuće zone najčešće po kriterijumu geografske bliskosti. Model uzima u obzir stohastičku pojavu zahteva i pokušava da neodređenost koja je prisutna u zahtevima za opslugom svede na najmanju meru i da se približi korisnicima koji, po dosadašnjem iskustvu, iskazuju najveći potencijal. Naravno, model je otvoren i za dodavanje novih ulaznih promenljivih ukoliko se u radu i praksi uoči potreba za tim. Obzirom da ovaj oblik poslovanja prate veliki troškovi, iskazivanje njihove opravdanosti, odnosno utvrđivanje efikasnosti ili mogućih mesta uštede je od velike važnosti pri opravdavanju rada segmenta koji tržišno posluje.

Model je primenljiv kod mnogih drugih službi koje karakteriše neodređenost i nestalnost zahteva za opslugom (hitna pomoć, vatrogasci, broj taksi stanica, odnosno sve službe koje karakteriše neki vid usluživanja ili dostave), samo što bi tada moralo doći do redefinisavanja promenljivih u skladu sa konkretnim problemom.

LITERATURA

- [1] C.K.Y. Lin, 2008. *Resources Requirement and Routing in Courier Service*, source: Vehicle Routing Problem, Book Edited by Tonci Caric and Hrvoje Gold, Available from Internet: <http://cdn.intechweb.org/pdfs/4583.pdf>
- [2] *Challenges facing express delivery services in Canadas urban centres*, 2009. Institute of Housing & Mobility, Ryerson University, Toronto, Ontario, Available from Internet: https://canadiancourier.org/uploads/Challenges_Facing_Express_Delivery_Services_in_Canada_s_Urban_Centres.pdf
- [3] Dobrodolac, M. *Elektronske komunikacije u funkciji unapređenja kvaliteta usluge ekspres prenosa pošiljaka*, 2011. doktorska teza, Saobraćajni fakultete, Beograd, Srbija
- [4] Janićijević, P., Avramović, Z. 2007. *Primena ICT u kurirskim službama*, Infoteh - Jahorina, Vol. 6, Ref E-II-8, pp. 360-364
- [5] Marković, D.; Grgurović, B., Štrbac S., 2010. *The Use of Spatial Data for Segmentation of The Postal Service Market*, Technological and Economic Development of Economy, 17:1, 87-100
- [6] Matis, P. 2010. *Finding a solution for a complex street routing problem using the mixed transportation mode*, *Transport*, vol. 25, no. 1, pp. 29-35, 2010
- [7] Ocalir, E. V., Ercoskun O. Y., Tur R., 2010. *An integrated model of GIS and fuzzy logic (FMOTS) for location decisions of taxicab stands*, Journal Expert Systems with Applications, Volume 37, Issue 7, pp. 4892-4901
- [8] Republička agencija za poštanske usluge, 2011, Istraživanje stepena zadovoljenja potreba korisnika univerzalne poštanske usluge – fizička lica, Ispos Strategic Marketing
- [9] Schwind, M.; Kunkel, M. 2010. *Collaborative Optimization of Last Mile Networks for Courier, Express and Parcel Delivery Services*, Multikonferenz Wirtschaft Informatik Universitätsverlags Göttingen, Germany, pp 389-391
- [10] Teodorović, D.; Radivojević, G. 2000. A fuzzy logic approach to dynamic Dial-A-Ride problem, Fuzzy Sets and Systems 116 pp 23-33
- [11] Wang, I-Lin; 2008. *Distribution of small packages in metropolitan area by motorcycle courier service*, *International Journal of Integrated Supply Management 2008 - Vol. 4, No.1 pp. 88 - 101*



ON FUZZY MULTIPLE OBJECTIVE MIXED BINARY FRACTIONAL PROGRAMMING PROBLEM

BOGDANA STANOJEVIĆ¹, MILAN STANOJEVIĆ²

¹ Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts, Kneza Mihaila 36, Belgrade, Serbia, bgdnpop@mi.sanu.ac.rs

² University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Jove Ilića 154, Belgrade, Serbia, milans@fon.bg.ac.rs

Abstract: In this paper we refer to an article published in *International Journal of Systems Science* 40 (2009), where a method to solve fuzzy multiple objective mixed binary fractional programming problem (FMOMBFP) is proposed. We correct the FMOMBFP model, reformulate and complete the proofs of the theoretical results presented there, comment on the exactness of that method and the optimality of the solution to the FMOMBFP. We also propose two ways to improve that approach: the use of proper weights in the objective function of the crisp model and the restoration of solution's efficiency related to the fuzzy membership functions. We use an example to show that the improvements we suggest are effective.

Keywords: Fractional programming, Mixed binary programming, Fuzzy programming, Goal programming, Multiple objective programming

1. INTRODUCTION

Fuzzy optimization is an efficient and useful tool with a lot of applications in different areas such as Engineering, Economics, Mathematics, Operations Research and Artificial Intelligence, as well as in other disciplines related to optimization to a greater or lesser degree (see for instance [3] and [7]). Many particular programming problems that involve fuzzy entities were widely studied and can be found in literature. In this work, the fuzzy multiple objective mixed binary fractional programming problem (FMOMBFP) is addressed. The general model of the problem was introduced in [2] together with a methodology to solve it.

Our paper is structured as follows. In next section we present the FMOMBFP model. In Section 3 we include a draft presentation of Chang's methodology and discuss some necessary corrections to his theoretical results. In Section 4 we propose two different extensions to Chang's approach in order to find a 'better' solution to the FMOMBFP. Term 'better' is used in the sense of increasing the satisfaction level of the fuzzy goals. In Section 5, using a numerical example, we show that the improvements we suggest are effective. We present our conclusions in Section 6.

2. THE PROBLEM FORMULATION

In our presentation, the general form of the FMOMBFP is

$$Z_k(y^k, X) = \frac{c_k(y^k \circ X) + \alpha_k}{d_k(y^k \circ X) + \beta_k} \gtrsim g_k, k = 1, \dots, K \quad (1)$$

subject to

$$\begin{aligned} X \in S &= \{X \in R^n | AX \leq b, X \geq 0\}, \\ E^k X + e^k &\leq y^k \leq F^k X + f^k, k = 1, \dots, K \end{aligned} \quad (2)$$

where $b \in R^m$, A is an $n \times m$ matrix of constraints, $c_k, d_k \in R^n$, $\alpha_k, \beta_k \in R$, for each $k = 1, \dots, K$. $y^k \in R^n$ represents the binary decision variables and $X \in R^n$ represents the continuous decision variables. The operator ' \circ ' is defined by $y^k \circ X = (y_1^k X_1, y_2^k X_2, \dots, y_n^k X_n)^T$. The sign ' \gtrsim ' is for a fuzzy relation which indicates that the value of the left-hand-side expression is 'essentially greater' than the value of the right-hand side. Constants g_k , $k = 1, \dots, K$ are the aspiration levels assigned to the objectives. E^k and F^k are the $n \times n$ matrices of the constraints that bound the binary variables y^k . $e^k, f^k \in R^n$, $k = 1, \dots, K$.

3. DRAFT REVIEW OF CHANG'S APPROACH AND CORRECTIONS

In order to solve Problem (1)-(2), Chang [2] followed Zimmerman [9] and constructed the membership functions for the fuzzy goals. Further, following [6] Chang introduced the over- and under-deviational variables to the fuzzy goal programming model and obtained a crisp model with mixed binary fractional constraints. In order to obtain mixed binary linear constraints, Chang adopted the methodology presented in [6] as well. Thus, he obtained the crisp model

$$\min \sum_{k=1}^K (D_k^- + D_k^+) \quad (3)$$

subject to

$$\begin{aligned} C_k (y^k \circ X) + D_k^- - D_k^+ &= G_k, k = 1, \dots, K \\ -d_k^- (y^k \circ X) + D_k^- &\leq \beta_k, k = 1, \dots, K \\ X &\in S \\ E^k X + e^k &\leq y^k \leq F^k X + f^k, k = 1, \dots, K, \end{aligned} \quad (4)$$

where $C_k \in R^n$, $G_k \in R$ and formula for calculating them are given in [2]. D_k^-, D_k^+ , $k = 1, \dots, K$ are the new deviational variables introduced according to [6].

Chang's main contribution was the linearisation of the quadratic terms $y^k \circ X$ from (4). He replaced them by the new variables W^k and he added the extra constraints

$$\begin{aligned} 0 &\leq W \leq yM, \\ (y-1)M + X &\leq W \leq (1-y)M + X, \end{aligned}$$

where M is a big constant, to the model. In order to conclude that the proposed linearization is useful, Chang formulated and proved Proposition 1, [2] concerning the equivalence preserved by using his transformation. Through the proof, Chang addressed the 1-1 correspondence between the feasible sets but no issue about the optimization part. Correcting some mistakes of Chang's presentation we reformulate his result and addressing the optimality issues we complete his proof.

► Proposition 1. The optimization problem

$$\min \sum_{k=1}^K (D_k^- + D_k^+) \quad (5)$$

subject to

$$\begin{aligned} C_k W^k + D_k^- - D_k^+ &= G_k, k = 1, \dots, K \\ -d_k^- W^k + D_k^- &\leq \beta_k, k = 1, \dots, K \\ X &\in S \\ E^k X + e^k &\leq y^k \leq F^k X + f^k, k = 1, \dots, K \\ 0 &\leq W_j^k \leq y^k M, k = 1, \dots, K, j = 1, \dots, n \\ (y_j^k - 1)M + X_j &\leq W_j^k \leq (1 - y_j^k)M + X_j, k = 1, \dots, K, j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (6)$$

and Problem (3)-(4) are equivalent in the sense that $(X^*, y^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$ is optimal solution to (3)-(4) if and only if, with $W^{k*} = y^{k*} \circ X$, the vector $(X^*, y^{k*}, W^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$ is optimal solution to (5)-(6).

Proof. Let $(X^*, y^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$ be an optimal solution to Problem (3)-(4) and, by way of contradiction, $(X^*, y^{k*}, W^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$, with $W^{k*} = y^{k*} \circ X$, is not optimal solution to Problem (5)-(6). It follows that there exists $(\bar{X}, \bar{y}^k, \bar{W}^k, \bar{D}_k^-, \bar{D}_k^+)$, a better solution to (5)-(6) than $(X^*, y^{k*}, W^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$. It means that

$$\sum_{k=1}^K (\bar{D}_k^- + \bar{D}_k^+) < \sum_{k=1}^K (D_k^{-*} + D_k^{+*}).$$

On the other side, $(X, y^k, W^k, D_k^-, D_k^+)$ is a feasible solution to Problem (5)-(6) if and only if $W_j^k = \begin{cases} 0, & y^k = 0 \\ X, & y^k = 1 \end{cases}$, hence, if and only if (X, y^k, D_k^-, D_k^+) is a feasible solution to Problem (3)-(4). Thus, $(\bar{X}, \bar{y}^k, \bar{D}_k^-, \bar{D}_k^+)$

is feasible solution to (3)-(4) and the objective function has a smaller value at $(\bar{X}, \bar{y}^k, \bar{D}_k^-, \bar{D}_k^+)$ than at $(X^*, y^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$. Hence, the optimality of the solution $(X^*, y^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$ is contradicted.

Analogously, in reverse, assuming that $(X^*, y^{k*}, W^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$ is optimal in (5)-(6) but $(X^*, y^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$ is not optimal in (3)-(4) we come to a similar contradiction: there exists $(\bar{X}, \bar{y}^k, \bar{D}_k^-, \bar{D}_k^+)$, another solution to (3)-(4), such that

$$\sum_{k=1}^K (\bar{D}_k^- + \bar{D}_k^+) < \sum_{k=1}^K (D_k^{-*} + D_k^{+*}).$$

It follows that, with $\bar{W}^k = \bar{y}^k \circ \bar{X}$, $(\bar{X}, \bar{y}^k, \bar{W}^k, \bar{D}_k^-, \bar{D}_k^+)$ is better solution to (5)-(6) than the optimal solution $(X^*, y^{k*}, W^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$. \square

The claim of ‘optimality’ of the solution provided by Chang [2] to FMOMBFP is discussable. First, Chang’s problem is a fuzzy goal programming problem and he searches for a solution that ‘satisfies’ the constraints not for one that ‘optimizes’ a function. And second, sometimes Chang’s procedure may not provide a solution that satisfies all goals, plus/minus the given tolerances, assuming that such solution exists (see the numerical example presented in Section 5).

4. OUR IMPROVEMENTS

In what follows, we propose two improvements to Chang’s methodology. These improvements are based on two different facts: the use of proper weights in the objective function of the crisp model – in Section 4.1, and the restoration of solution’s efficiency related to the fuzzy membership functions – in Section 4.2.

4.1. The weighting sum

Chang [2] followed just partly the construction of the fuzzy goal programming model introduced by Pal et al. [6]. In Chang’s Model (5)-(6), both under- and over-deviational variables were summarized in the objective function, while in Pal’s et al. model only under-deviational variables were adjusted using numerical weights and then summarized in the objective function. Pal et al. commented on the usefulness of above mentioned weights for keeping equivalence of fuzzy model and goal programming model on one side, and the effect of omitting the over-deviational variables, on the other side.

According to [5] and [6], Model (7)-(8)

$$\min \sum_{k=1}^K \frac{1}{g_k - l_k} D_k^- \quad (7)$$

subject to

$$\begin{aligned} C_k(y^k \circ X) + D_k^- - D_k^+ &= G_k, k = 1, \dots, K \\ -d_k^-(y^k \circ X) + D_k^- &\leq \beta_k, k = 1, \dots, K \\ X &\in S \\ E^k X + e^k &\leq y^k \leq F^k X + f^k, k = 1, \dots, K \end{aligned} \quad (8)$$

where g_k represents the aspiration level of the k -th goal as it was stated in (1), and l_k represents the lower tolerance limit for the same goal, is equivalent to the original FMOMBFP. Further, a similar result as in Proposition 1 can be stated for the equivalence of Models (7)-(8) and (9)-(10)

$$\min \sum_{k=1}^K \frac{1}{g_k - l_k} D_k^- \quad (9)$$

subject to

$$\begin{aligned} C_k W^k + D_k^- - D_k^+ &= G_k, k = 1, \dots, K \\ -d_k^- W^k + D_k^- &\leq \beta_k, k = 1, \dots, K \\ X &\in S \\ E^k X + e^k &\leq y^k \leq F^k X + f^k, k = 1, \dots, K \\ 0 &\leq W_j^k \leq y^k M, k = 1, \dots, K, j = 1, \dots, n \\ (y_j^k - 1) M + X_j &\leq W_j^k \leq (1 - y_j^k) M + X_j, k = 1, \dots, K, j = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (10)$$

► Proposition 2. Models (7)-(8) and (9)-(10) are equivalent in the sense that $(X^*, y^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$ is optimal solution to (7)-(8) if and only if, with $W^{k*} = y^{k*} \circ X$, the vector $(X^*, y^{k*}, W^{k*}, D_k^{-*}, D_k^{+*})$ is optimal solution to (9)-(10).

On the basis of the previous discussion and Proposition 2, we propose Model (9)-(10) to be solved instead of Model (5)-(6).

4.2. The restoration of the efficiency

The main weakness of goal programming based approaches is that the solution they provide is not necessarily an efficient solution to the multiple objective programming problem (see, for instance [1] and [4]). Chang, by his approach presented in [2], searched for a solution that satisfies all goals and, let us say that he did not search for an efficient solution to the corresponding multiple objective mixed binary fractional programming problem. However, applying a technique to restore the efficiency, Chang's solution, that originally makes some goals infeasible, may be improved to a solution that gives a greater degree of satisfaction of the fuzzy goals. Thus, using Chang's solution (X^*, y^{k*}, W^{k*}) to Problem (5)-(6), we extend Chang's methodology by solving the following linear programming problem

$$\max \sum_{k=1}^K (\delta_k^- + \delta_k^+) \quad (11)$$

subject to

$$\begin{aligned} c_k W^k + \alpha_k + \delta_k^- - \delta_k^+ &= (c_k W^{k*} + \alpha_k) \theta_k, & k = 1, \dots, K \\ d_k W^k + \beta_k + \delta_k^- - \delta_k^+ &= (d_k W^{k*} + \beta_k) \theta_k, & k = 1, \dots, K \\ E^k X + e^k \leq y^k \leq F^k X + f^k, & & k = 1, \dots, K \\ x &\in S, \\ 0 \leq W_j^k \leq y^k M, & & k = 1, \dots, K, j = 1, \dots, n \\ (y_j^k - 1) M + X_j \leq W_j^k \leq (1 - y_j^k) M + X_j, & & k = 1, \dots, K, j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (12)$$

Problem (11)-(12) is constructed by using Chang's linearisation technique for terms $y^k \circ X$ from FMOMBFP in the procedure used in [8] to generate efficient solutions to a linear fractional programming problem. Solving Problem (11)-(12) once we either improve the solution (X^*, y^{k*}, W^{k*}) or conclude that it cannot be improved.

5. NUMERICAL EXAMPLE

In this section we recall the first numerical example from [2] in order to show that the improvements we propose are effective.

Chang considered the following FMOMBFP:

$$\begin{aligned} Z_1(y_1, X) &= \frac{y_1 x_1 - 4}{-x_2 + 3} \gtrsim 2, \quad Z_2(y_2, X) = \frac{-y_2 x_1 + 4}{x_2 + 1} \gtrsim 4, \quad Z_3(y_3, X) = \frac{2y_3 x_1}{x_2 + 1} \gtrsim 5 \\ \text{subject to} \\ -x_1 + 3x_2 &\leq 0, \\ 2y_1 + 2x_1 &\leq 20, \\ x_1 &\leq 10, \\ y_1 + 2x_1 &\geq 1, \\ x_1, x_2 &\geq 0, \\ y_1, y_2, y_3 &\in \{0, 1\}. \end{aligned} \quad (13)$$

Tolerance limits were -1 , -2 and 0 .

In order to make this example to fit in the general model FMOMBFP (1), we identify $y^1 = (y_1, 1)$, $y^2 = (y_2, 1)$, $y^3 = (y_3, 1)$.

Chang obtained the solution $(x_1, x_2, y_1, y_2, y_3) = (9, 0, 1, 0, 0)$. The membership values achieved were $\mu_1 = 0.89$, $\mu_2 = 1$ and $\mu_3 = 0$.

Minimizing the weighted sum $\frac{1}{3}D_1^- + \frac{1}{6}D_2^- + \frac{1}{5}D_3^-$ instead of $D_1^- + D_2^- + D_3^- + D_1^+ + D_2^+ + D_3^+$ (as described in Section 4.1) we obtain the solution $(x_1, x_2, y_1, y_2, y_3) = (8.57, 0.71, 1, 0, 1)$. The membership values achieved are $\mu_1 = 1$, $\mu_2 = 0.72$ and $\mu_3 = 1$.

Table 1: Computational results for Problem (13)

	(x_1, x_2)	(y_1, y_2, y_3)	μ_1	μ_2	μ_3	$\min(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$	$\mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \mu_3$
<i>Chang's method</i>	(9, 0)	(1, 0, 0)	0.89	1	0	0	0
<i>Weighting sum</i>	(8.57, 0.71)	(1, 0, 1)	1	0.72	1	0.72	0.72
<i>Efficiency restoration</i>	(9, 0)	(1, 0, 1)	0.89	1	1	0.89	0.89

On the other side, noticing that solution (9, 0, 1, 0, 0) is not efficient for the set of the objective functions μ_1 , μ_2 and μ_3 , and applying the procedure for efficiency restoration (as described in Section 4.2) we obtain the solution $(x_1, x_2, y_1, y_2, y_3) = (9, 0, 1, 0, 1)$. The membership values achieved are $\mu_1 = 0.89$, $\mu_2 = 1$ and $\mu_3 = 1$.

The computational results are summarized in Table 1:. Using either the 'min' or 'product' operators for aggregating fuzzy goals we can see that the solutions we obtained are considerably better than Chang's solution.

6. CONCLUSION

In this paper, we proposed some corrections and improvements to the approach introduced by Chang [2]. We first corrected the FMOMBFP model, reformulated and completed the proofs of Chang's theoretical results, commented on the exactness of his method and the optimality of his solution to the FMOMBFP. We further proposed some improvements to his approach to solve the FMOMBFP: the use of proper weights in the objective function of the crisp model and the restoration of solution's efficiency related to the fuzzy membership functions. In order to describe numerically the extensions we proposed we recalled Chang's first example and showed that the improvements we suggest were effective.

Acknowledgments

This research was partially supported by the Ministry of Education and Science, Republic of Serbia, Project numbers TR36006 and TR32013.

REFERENCES

- [1] Caballero R. and Hernandez M. (2006) "Restoration of efficiency in a goal programming problem with linear fractional criteria" *European Journal of Operational Research* 172 31–39.
- [2] Chang C.-T. (2009) "A goal programming approach for fuzzy multiobjective fractional programming problems", *International Journal of Systems Science* 40 867–874.
- [3] Dubois, D. & Prade, H. (2012). Gradualness, uncertainty and bipolarity: Making sense of fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems* 192, 3-24.
- [4] Larabani M. and Aouni B. (2011) "A new Method for Generating an Efficient Solution within Goal Programming Model" *Journal of Operations Research Society* 62 175–182.
- [5] Mohamed R.H. (1997) "The relationship between goal programming and fuzzy programming" *Fuzzy Sets and Systems* 89 215–222.
- [6] Pal B.B. Moitra B.N. and Maulik U. (2003) "A goal programming procedure for fuzzy multiobjective linear fractional programming problem" *Fuzzy Sets and Systems* 139 395–405.
- [7] Stancu-Minasian I.M. (1997) "Fractional Programming, Theory, Methods and Applications" *Kluwer Academic Publishers Dordrecht, Boston, London*.
- [8] Stanojević B. and Stanojević M. (2013) "On the efficiency test in multi-objective linear fractional programming problems by Lotfi et al. 2010" *Applied Mathematical Modeling* 37 7086–7093
- [9] Zimmermann H.-J. (1978) "Fuzzy programming and linear programming with several objective functions" *Fuzzy Sets and Systems* 1 45–56.



PRIMENA NEURONSKIH MREŽA NA DIREKTNI MARKETING

APPLYING OF NEURAL NETWORKS TO DIRECT MARKETING

MARJANA BAKAJAC, JOVANA KOSTIĆ, IVANA DRAGOVIĆ

Fakultet organizacionih nauka, Beograd, majabakajac@gmail.com

Rezime: U savremenim tržišnim uslovima zadovoljstvo potrošača je osnovni preduslov za jačanje konkurentske pozicije i povećanje profita. Da bi ostvarile dvosmernu komunikaciju sa potrošačima i dobile merljiv odgovor kompanije koriste katalošku prodaju, telemarketing i druge oblike direktnog marketinga. Jako kontrolisane i planirane marketinške kampanje ovog tipa mogu dati višestruke benefite, ali neki oblici direktnog marketinga mogu biti veoma nametljivi i time negativno uticati na potencijalne kupce. U ovom radu predlažemo korišćenje neuronske mreže sa ciljem prepoznavanja šablona i doslednosti u odgovorima klijenata, stečenim tokom kampanje direktnog marketinga. Na osnovu karakteristika i podataka o postojećim kupcima i njihovim odgovorima, neuronska mreža može da "nauči" da prepozna kupce sa identičnim osobinama i preferencijama pri kupovini i time kompanija može da izbegne kontaktiranje klijenata za koje postoji verovatnoća da neće imati pozitivan odziv.

Ključne reči: Neuronske mreže, Direktni marketing, Targetiranje, Segmentacija tržišta.

Abstract: In today's market conditions, customer satisfaction is a basic requirement to gain competitive position and achieve profit. In order to lead a two-way communication with customers and obtain a measurable response, companies are using catalog sales, telemarketing and other forms of direct marketing. Very controlled and planned marketing campaign of this type can provide multiple benefits, but some forms of direct marketing can be very intrusive and have a negative impact on potential customers. In this paper, we propose the use of neural networks in order to identify patterns and consistency in the responses of clients, acquired during the campaign of direct marketing. Based on the characteristics and data on existing customers and their responses, the neural network can "learn" to identify customers with the same characteristics and preferences in purchasing and thus the company can avoid contacting clients for whom it is likely to have a negative response.

Keywords: Neural networks, Direct marketing, Targeting, Segmentation of the market.

1. UVOD

Svaka uspešna kompanija svoj prosperitet zasniva na zadovoljnom i lojalnom kupcu. Međutim, jačanje konkurentske pozicije i povećanje profita u osnovi zavisi od broja novih klijenata i korisnika. Da bi zadržali postojeće i privukli potencijalne potrošače, kompanije sve veću pažnju poklanjaju marketing istraživanju i uvode strategiju direktnog marketinga. Za razliku od klasičnih metoda jednosmernog komuniciranja, direktni marketing se oslanja na dvosmernu komunikaciju. Suštinu te komunikacije čini skup aktivnosti pomoću kojih proizvođač direktno predstavlja svoje proizvode ili usluge potrošaču kako bi dobio merljiv odgovor ili transakciju. Na ovaj način ubrzava se protok informacija, omogućujući kompaniji da se brzo prilagodi željama i potrebama kupaca. Uprkos tome, procenat uspešnosti svake marketinške kampanje je manji od 5%. Osnovni uzrok ovoj lošoj statistici je postojanje previše informacija, jer je veoma teško sagledati ih sve na adekvatan način i izdvojiti korisne. Lyman Varian je ocenio da je trenutna godišnja stopa rasta novih podataka oko 250 megabajta po svakom čoveku. Stoga, direktni marketing danas ima i jednu negativnu sliku u društvu, gde se ova vrsta kampanja smatra za vid uznemiravanja i rušenje privatnosti. Iz svega prethodno rečenog, možemo zaključiti da je za svaku kompaniju bitno da odluči da li će za potrebe svoje kampanje kontaktirati hiljadu slučajnih potrošača, od kojih je većina verovatno nezainteresovana za proizvod ili uslugu, ili će ih ciljano birati na osnovu određenih godina, zanimanja ili prethodnih kupčevih preferencija. Kontaktiranje svakog potrošača predstavlja veliki trošak, pa je neophodno analizirati bazu sa podacima potrošača i usmeriti napore samo na one koji će kompaniji doneti profit. Podaci o potrošačima stečenim tokom kampanje direktnog marketinga pružaju informacije o njihovom ponašanju, željama, prethodnoj

kupovini i ukoliko se uvide veze između njih mogu biti od velikog značaja za predviđanje spremnosti na kupovinu potencijalnih potrošača.

U međuvremenu su se razvila različita gledišta i teorijski pristupi koji daju bitna zapažanja o ponašanju kupca. Jedan od njih zagovara da bihevioristička istorija kupca znatno bolje predviđa njegovu spremnost za kupovinu, nego njegove demografske i psihografske karakteristike (Berry, Verity, Kemin, & DeGeorge, 1994; Gupta & Chintagunta, 1994; Mela, Jedidi, & Bowman, 1998; Roberts & Berger, 1989). Osim od vrste, samo predviđanje zavisi i od količine informacija kojom se raspolaže. Rezultat predviđanja je podložan promeni u odnosu na količinu informacija na osnovu kojih se uviđaju doslednosti i logičnosti (Hyman, 1988; Tigert & Farivar, 1981). Za kompanije je jako bitno i vreme predviđanja, jer kada su ciljani potrošači očigledni, tada je "kasno za predviđanje." (Mahajan, Muller, & Bass, 1990). Različitim pristupima direktnog marketinga odgovaraju različite metode predviđanja i krajnjeg ishoda ovih kampanja. Problemi klasifikacije i predviđanja su identifikovani kao problemi koji se najčešće rešavaju primenom neuronskih mreža (Sharda, 1994). Međutim, često se koriste i statističke metode kao što su diskriminativna analiza, regresiona analiza i logistički modeli (Hand, D.J. 1981). Zahavi i Levin su primenjivali neuronske mreže i poredili tako dobijene rezultate sa rezultatima dobijenih primenom statističkih metoda. Ha, Cho i MacLachlan su koristili neuronske mreže da bi modelirali reakcije klijenata prilikom kampanje direktnog marketinga. Kaefer je razvio model neuronske mreže koja će poboljšati vremensku usklađenost promotivnih aktivnosti. Lee and Shih su koristili neuronsku mrežu u cilju prepoznavanja profitabilnih potrošača. Tores i Herves su hibridizovali neuronsku mrežu logističkom regresijom. Zahavi i Levin (1997) su pokazali da neuronske mreže ne daju značajnije bolje rezultate nego statističke metode. Međutim, glavni problem kod statističkog pristupa problemu jesu pretpostavke, na kojima se zasnivaju gotovo sve metode verovatnoće. Ove pretpostavke kreiraju model koji se bazira kako na odgovorima sa visokim procentom javljanja, tako i na odgovorima sa niskim procentom javljanja, što je Zaiyong Tang pokazao.

U ovom radu, koristili smo neuronske mreže za uočavanje šablona u podacima bankarskog sektora kako bismo prepoznali ciljnu grupu klijenata kojima će se nuditi usluga oročavanja novca. Željeni rezultat jeste klasifikacija na one klijente koje bi trebalo kontaktirati tokom bankarske kampanje direktnog marketinga i one koje ne bi trebalo kontaktirati jer je za njih velika verovatnoća da ne žele, neće ili nisu u mogućnosti da stavljaju uloge na štednju.

2. OSNOVNI POJMOVI

2.1. Direktni marketing

Direktni marketing se javlja početkom šezdesetih godina dvadesetog veka kao novi pristup u prodajnoj komunikaciji. Koncept direktnog marketinga se sastoji u identifikaciji potencijalnih potrošača i njihovom kontaktiranju kroz personalizovanu poruku. Najpoznatije metode za kontaktiranje izabranih potrošača su kataloška prodaja, direktna, elektronska pošta i telefonska komunikacija (telemarketing). Dakle, direktni marketing predstavlja interaktivnu upotrebu oglašavanja u medijima sa svrhom trenutnog podsticanja reakcije potencijalnih kupaca na način da se ta reakcija može pratiti, beležiti i analizirati, ali i arhivirati u bazama podataka sa ciljem korišćenja u narednim kampanjama (Bob Stone, Ron Jacobs, 2008). Dugoročni odnos poverenja, koji direktni marketing omogućava, doprinosi zadržavanju postojećih i lakšem sticanju novih klijenata.

Osnovna svrha direktnog marketinga prema Dallmeru i Thedensu(1981) je: upoznavanje sa proizvodom ili sa uslugom, uticanje na stavove sa predrasudama, edukacija i stvaranje preferencija ka proizvodu, upoznavanju potrošačevih potreba i predočavanje proizvoda i usluga koje te potrebe zadovoljavaju, kao i podrška ostalim instrumentima i tipovima marketinga. Najvažniji strateški faktori od kojih zavisi uspešnost kampanja jesu: izbor proizvoda, određivanje ciljeva, izbor medija, kreiranje ponude, baze podataka, određivanje prodajnih ciljeva i organizacija i ostvarivanje planiranog.

Kompanije danas raspolažu velikom količinom podataka o svojim korisnicima. Baze podataka sadrže demografske i lične podatke o korisniku, kao što su zanimanje, starost i informacije o prethodnoj kupovini. Baze podataka upravo izdvajaju direktni marketing od ostalih tipova marketinga. Kvalitetne i "targetirane" baze predstavljaju "tajno oružje" svake kompanije. Stoga, izazov ovog rada jeste da veštačkom inteligencijom isfiltrira pravu bazu korisnika, odnosno da predvidi ko su klijenti za koje postoji najveća verovatnoća da će pozitivno reagovati na aktivnosti marketinške kampanje. Kao rezultat, kompanija će postići veću profitabilnost, zadovoljstvo klijenata, bolji ugled i prepoznatljivost proizvoda i usluga, a i znatnu uštedu resursa i vremena. U daljem radu će se praktično pristupiti ovom predviđanju putem neuronskih mreža.

2.2. Neuronske mreže

Neuronska mreža je sistem sastavljen od više jednostavnih jedinica ili neurona, od kojih svaki ima lokalnu memoriju u kojoj pamti podatke koje obrađuje. One su povezane komunikacionim kanalima, koje obrađuju samo svoje lokalne podatke i ulaze koje primaju preko konekcije tako da svaki element upravlja samo lokalnim informacijama. Veliki potencijal neuronskih mreža se ogleda u mogućnosti paralelne obrade podataka, tokom izračunavanja komponenti koje su nezavisne jedne od drugih. Mreža prvo "uči" iz dostupnih istorijskih podataka (podataka o slučajevima koje je rešavao sam čovek), pa tek onda pristupa rešavanju problema. Neuronsku mrežu čine:

- arhitektura (topologija) mreže, odnosno šema vezivanja neurona
- prenosna funkcija neurona
- zakoni učenja

Arhitekturu veštačke neuronske mreže predstavlja specifično uređenje i povezivanje neurona u obliku mreže. Po arhitekturi, neuronske mreže se razlikuju prema broju neuronskih slojeva. Obično svaki sloj prima ulaze iz prethodnog sloja, a svoje izlaze šalje narednom sloju. Prvi sloj se naziva ulazni, poslednji je izlazni, ostali slojevi se obično nazivaju skrivenim slojevima. Jedna od najčešćih arhitektura neuronskih mreža je mreža sa tri sloja. Prvi sloj (ulazni) je jedini sloj koji prima signale iz okruženja. Prvi sloj prenosi signale sledećem sloju (skriveni sloj) koji obrađuje ove podatke i izdvaja osobine i šeme iz primljenih signala. Na izlazima neurona trećeg sloja se dobijaju konačni rezultati obrade. Složenije neuronske mreže mogu imati više skrivenih slojeva, povratne petlje i elemente za odlaganje vremena, koji su dizajnirani da omoguće što efikasnije odvajanje važnih osobina ili šema sa ulaznog nivoa. Učenje se svodi na učenje iz primera kojih bi trebalo da bude što više da bi mreža mogla da se ponaša preciznije u kasnijoj eksploataciji. Neuronske mreže se mogu podeliti prema smeru prostiranja informacija kroz mrežu na:

- Feedforward (nerekurzivne, nerekurentne ili nepovratne) - Viši slojevi ne vraćaju informaciju u niže slojeve, čiji osnovni predstavnik jeste višeslojni perceptron sa primenjenim backpropagation algoritmom. U radu je korišćen upravo ovaj tip mreže, gde se signal prostire samo u jednom smeru.
- Feedback (rekurzivne ili rekurentne ili povratne) - Viši slojevi vraćaju informacije nazad u niže slojeve.

3. PROBLEM

Na osnovu prethodno rečenog, može se zaključiti da je glavni izazov ovog rada napraviti adekvatnu segmentaciju tržišta, podelom potrošača na osnovu njihovih osnovnih karakteristika kao što su demografija, ekonomski status i prethodna iskustva. Osnovna ideja jeste da se kroz neuronske mreže uoče pravila ponašanja potrošača tokom određenog vremenskog perioda, što bi kasnije spajanjem više takvih proučavanja moglo dovesti do jedne sveobuhvatne analize tržišta. U ovom radu je direktni marketing primenjen u bankarskom sektoru, gde je klijentima telefonskom putem nuđena mogućnost oročavanja novca u banci. Željeni rezultat jeste klasifikacija na one kupce koje bi trebalo kontaktirati tokom bankarske kampanje direktnog marketinga i one koje ne bi trebalo kontaktirati jer je za njih velika verovatnoća da ne žele, neće ili nisu u mogućnosti da stavljaju uloge na štednju.

3.1. Podaci

Podaci koji su korišćeni za rešavanje ovog problema potiču iz Portugalskih banaka koje poseduju sopstvene telefonske centre iz kojih se klijenti kontaktiraju radi marketinških kampanja. Tih promotivnih perioda je bilo 17, a potencijalni klijenti su razgovarali sa prodajnim agentom. Na kraju su beleške svih kampanja i razgovora ujedinjene u jedinstvenu bazu. Beleške potiču iz perioda od meseca maja 2008. godine do novembra 2010. godine. Ukupno je bilo 79354 poziva, od čega je za 45512, odnosno 57,35% poziva, mogao da se kreira kvalitetan zapis, sa svim zahtevanim informacijama. Korisnicima je predstavljena ponuda dugoročnog oročavanja novca u banci sa visokom kamatnom stopom. Od ukupnog broja zabeleženih poziva, samo je 6499 rezultiralo prodajom, što znači da stopa uspešnosti iznosi 8%.

Za rešavanje problema korišćena je feedforward mreža sa tan-sigmoidnom transfer funkcijom kako u skrivenom, tako i u izlaznom sloju. Mreža se sastoji iz 20 neurona u jednom skrivenom sloju, i izlazom kao rezultatom. Izlaz mreže može imati vrednost 0 ili 1 zavisno od toga da li je rezultat potvrda ili odbijanje oročavanja novca. Obučavanje mreže se vrši pomoću pattern recognition koji koristi podrazumevani algoritam Scaled Conjugate Gradient za obuku. Same podatke smo podelili tako da se 88.5 % koristi za trening i obuku a 11.5% posto za simulaciju, odnosno potpuno nezavisni test mreže.

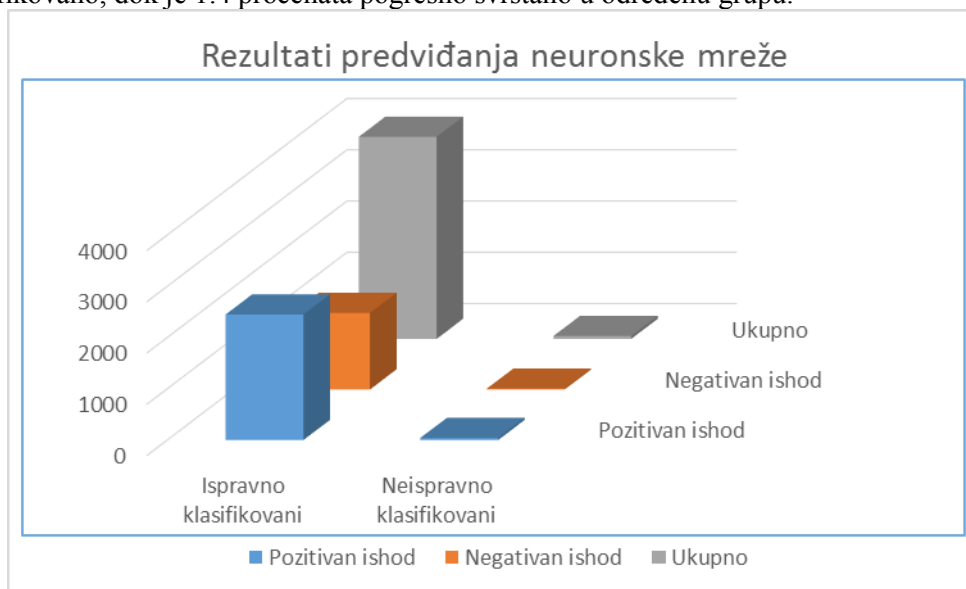
3.2. Inputi

Faktori koji mogu da se povežu sa potrebom za dugoročnim oročavanjem novca u banci su podeljeni u četiri grupe. Prvu grupu čine generalije, odnosno osnovni podaci o klijentu kao što su starost, bračno stanje, posao kojim se bavi i obrazovanje. Ova grupa inputa daje osnovne informacije na osnovu kojih se mogu zaključiti predispozicije za kupovinu. Na primer, novac će pre oročiti osoba sa visokim obrazovanjem starijeg doba, nego student. Drugu grupu čine pokazatelji finansijskog stanja klijenta kao što su postojanje kredita, odnosno stambenog kredita, prosečna godišnja primanja i lična dugovanja. Svi oni imaju za cilj da ispitaju finansijsku mogućnost klijenta da stavi ulog na štednju. Treću grupu čini način komuniciranja sa klijentom pri poslednjem kontaktu. U tu grupu spadaju informacije o sredstvu komunikacije, datumu i mesecu poslednjeg razgovora, trajanje komunikacije. Četvrta grupa govori o tome kakve su bile prethodne prakse sa datim klijentom, koliko poziva je bilo u toku jedne kampanje, a koliko ukupno poziva, broj dana od poslednjeg kontakta i ishod prethodne marketinške kampanje.

Očekuje se da izlazna promenljiva bude binarni odgovor, koji označava da je klijent percipiran kao klijent koji će staviti ulog na štednju ili neće staviti ulog na štednju.

4. REZULTATI

Rezultati koje smo dobili svedoče o jako dobrom predviđanju mreže. Od ukupnog broja, 98.6 procenata je ispravno klasifikovano, dok je 1.4 procenata pogrešno svrstano u određenu grupu.



Grafik 1: Grafik rezultata predviđanja neuronske mreže

Grafik 1, sivom bojom, vizuelno prikazuje ukupan broj ispravno klasifikovanih i onih koji su neispravno klasifikovani. Osim toga, na grafiku se mogu uočiti plavom bojom označeni, oni koji će prognozom neuronske mreže oročiti pare u banci, što je ukupno 2490 klijenata. Od toga 2450 klijenata je ispravno klasifikovano, a za 40 njih je mreža porešno predvidela pozitivan ishod. Sa aspekta ukupnih podataka može se zaključiti da je mreža 61.3 procenata uspešno klasifikovala sa povoljnim ishodom mogućnosti prodaje, a da je samo za 1 procenat korisnika predvidela da su to profitabilni kupci, iako oni to nisu. Sa marketinške strane gledišta ta greška od jedan posto je zanemarljiva, uzimajući u obzir troškove i resurse direktnog marketinga. Na kraju, crvenom bojom su predstavljeni klijenti koji su od strane neuronske mreže viđeni kao neprofitabilni i ima ih ukupno 1510. Neuronska mreža nije progorešila za 1493 klijenata u ovom slučaju. Međutim, za 17 klijenata je predvidela da će aktivnosti kampanje imati negativan ishod, što nije saglasno sa realnim podacima. Iz ugla celokupne kampanje i na osnovi svih podataka, to je 37.3 procenata uspešne predikcije i samo 0.4 procenata greške.

Takođe, još jedan pokazatelj koji ide u korist neuronskih mreža jeste matrica zbunjenosti. Sa sigurnošću od 100 % ona je za svakog klijenata mogla da predvidi kojoj grupi pripada. Odnosno, prilikom predviđanja nije bila "zbunjena i nije se premišljala". Ovaj rezultat svakako jeste uzrokovan količinom podataka i dobrom obukom mreže.

Međutim, sam aspekt gledišta daje potpuno drugačiju sliku na statistiku. Iako je 0.4 procenat greške veoma nizak i zadovoljavajući rezultat, u bankarskom svetu 17 izgubljenih klijenata je mnogo. Odnosno, zavisno od tipa direktnog marketinga, troškova, potrebnih resursa i oblasti primene sami rezultati dobijaju

drugačiju vrednost. Stoga, možemo zaključiti da su neuronske mreže sjajan pomoćni alat, ali da o meri i načinu njegove primene ipak je potrebna ljudska moć rasuđivanja, koja osim osnovnih podataka uzeti u obzir nepredviđene mogućnosti i stohastiku.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu smo primenili feedforward neuronsku mrežu nad podacima portugalskih banaka, u cilju poboljšanja performansi telefonskog direktnog marketinga u bankarskom sektoru. Dobijeni rezultati pokazuju da neuronske mreže mogu imati značajnu ulogu u predviđanju ishoda ovakvih marketinških kampanja. Velika količina podataka nad kojima su vršena treniranja i obuka značajno utiču na rezultat. Međutim, kompanije uglavnom ne poseduju ovu količinu podataka, nad kojima bi se izvršilo učenje. Osim na kvantitetu informacija, velika pažnja je posvećena i njihovom kvalitetu, s obzirom da svaka neuronska mreža zahteva kompletne i precizne podatke za klasifikaciju ili predviđanje. Takođe, kao rezultat neuronska mreža mora dati kvalitene setove na osnovu kojih bi kompanija mogla da uoči pojedince koje treba kontaktirati tokom kampanje. Pokazalo se da su neuronske mreže pogodne za rešavanje ovog problema jer su sasvim jasno sa zadovoljavajućom greškom klasifikovale pojedince na one koji su potencijalni kupci i one koji to nisu.

Osnovni nedostatak ove metode je velika količina potrebnih informacija. Stoga, da bismo smanjili kvantitet, a ostali pri istom kvalitetu neka buduća razmatranja i razmišljanja nas vode u pravcu fazi logike. Korišćenje ove metode zahteva set podataka manjeg obima. Fazi logikom se mogu modelovati veze između inputa, a nekim setovima inputa bismo mogli da dodelimo veći uticaj na sam izlaz. Poboljšanje performansi svakako leži u kombinovanju različitih metoda i pristupa, kako bismo ovom značajnom izazovu današnjeg marketinga dali široku sliku, uočili više aspekata problema i pronašli optimalno rešenje.

LITERATURA

- [1] Bart Baesens, Stijn Viaene, Dirk Van den Poel, Jan Vanthienen, Guido Dedene (2001). Bayesian neural network learning for repeat purchase modelling in direct marketing. *European Journal of Operational Research*, 138(1), 191–211
- [2] Carrie M. Heilman, Frederick Kaeter, Samuel D. Ramenofsky. (2003). Determining the appropriate amount of data for classifying consumers for direct marketing purposes. *Journal of Interactive Marketing*, 17(3), 5-28
- [3] David L. Olson, Bongsug (Kevin) Chae (2012). Direct marketing decision support through predictive customer response modeling. *Decision Support Systems*, 54(1), 443-451
- [4] Frederick Kaefera, Carrie M. Heilmanb, Samuel D. Ramenofskya. A neural network application to consumer classification to improve the timing of direct marketing activities. Department of Information Systems and Operations Management, Loyola University Chicago, 820 N.Mic higan Avenue, Chicago, IL 60611-2196, USA
- [5] Geng Cui, Man Leung Wong & Hon-Kwong Lui, (2004). Machine Learning for Direct Marketing Response Models: Bayesian Networks with Evolutionary Programming. *A Journal of the Institute for Operations Research and the Management Sciences*, 52(4), 597-612
- [6] Gianluigi Guidoa, M. Irene Pretea, Stefano Miragliab & Irma De Marec (2011). Targeting direct marketing campaigns by neural networks. *Journal of Marketing Management*, 27(9-10), 992-1006
- [7] Hyunchul Ahn, Eunsup Choi, Ingoo Han (2006). Extracting underlying meaningful features and canceling noise using independent component analysis for direct marketing. *Expert Systems with Applications*, 33(1), 181-191
- [8] Jakob Zahavi, Nissan Levin (1995). Issues and problems in applying neural computing to target marketing. *Journal of direct marketing*, 9(3), 33–45
- [9] Michael Y. Hu a, Murali Shanker , G. Peter Zhang , Ming S. Hung (2007). Modeling consumer situational choice of long distance communication with neural networks. *Decision Support Systems* 44 (2008) 899-908
- [10] Payam Hanafizadeh, Ahad Zare Ravasan, Hesam Ramazanpour Khaki (2010). An expert system for perfume selection using artificial neural network. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 8879-8887
- [11] R.P. ter Heide. (1995). *Neural Networks Applied to Direct Marketing*, Sentient Machine Research B.V, Amsterdam

- [12] Rob Potharst, Uzay Kaymak, Wim Pijls (2001). Neural networks for target selection in direct marketing, Erasmus Research Institute of Management (ERIM). Rotterdam School of Management / Faculteit Bedrijfskunde, Erasmus Universiteit Rotterdam, P.O.Box 1738, 3000 DR Rotterdam, The Netherlands
- [13] Sérgio Moro and Raul M. S. Laureano, Paulo Cortez. Using data mining for bank direct marketing: an application of the crisp-dm methodology. Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE – IUL). Av.^a das Forças Armadas 1649-026 Lisboa, Portugal, Centro Algoritmi, Dep. Sistemas de Informação, Universidade do Minho, 4800-058 Guimarães, Portugal
- [14] Sérgio Moro, Raul M. S. Laureano, Paulo Cortez (2011). Using data Mining for Bank Direct Marketing: An Application of the CRISP-DM Methodology. Proceedings of the European Simulation and Modelling Conference - ESM'2011
- [15] Wan-I Lee, Bih-Yaw Shih, Yi-Shun Chung. The exploration of consumers' behavior in choosing hospital by the application of neural network. Department of Marketing and Distribution Management, National Kaohsiung First University of Science and Technology, No. 2, JuoYue Road, Nantz District, Kaohsiung City 811, Taiwan, ROC
- [16] Wan-I Lee, Bih-Yaw Shih. Application of neural networks to recognize profitable customers for dental services marketing-a case of dental clinics in Taiwan. National Kaohsiung First University of Science and Technology, No. 2, JuoYue Road, Nantz District, Kaohsiung City 811, Taiwan, ROC
- [17] Zaiyong Tang (2011). Improving Direct Marketing Profitability with Neural Networks. International Journal of Computer Applications, 29(5), 13-11
- [18] Zaiyong Tang (2011). Improving Direct Marketing Profitability with Neural Networks. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Volume 29– No.5. Salem State University, Salem, MA 01970



ПОСТУПАК ИСТРАЖИВАЊА ПРИРОДНИХ ПОЈАВА

THE PROCEDURE OF THE NATURAL PHENOMENA RESEARCHES

ВУКАШИН МАСНИКОСА

Институт Михајло Пупин, Београд vukmasnikosal@eunet.rs

Rezime: У раду се описује нови поступак истраживања природних појава, са нагласком на везивну алгебру.

Кључне речи: Нови поступак истраживања

Abstract: In this paper is described the new procedure for research, accented the Linking algebra.

Keywords: New Procedure of the Researhes.

1. УВОД

Познати су поступци истраживања далеко – источне и индо – европске цивилизације.. Ови поступци детаљно су објашњени у монографији [4]. Наведени поступци истраживања нису одговарали материјалним појавама. То је разумљиво, јер ни једно начело посматрања појава није било засновано на стварним особинама природних појава, па ни њиховим понашањима [4].

2. ИЗАЗОВ ОВИХ ИСТРАЖИВАЊА

У овим истраживањима полази се од постојећих научних истина које ће бити редом наведене. Постоје две супстанце, електрицитет и традут [1], које чине материју која је носиоц статичког стабилног подпростора који ми називамо етар. Сем овог подпростора постоје још три: електро-кинетички, масено-кинетички и топлотно-кинетички подпростор [4]. Појаве електро и масено – кинетичких подпростора међусобно занемарљиво дјелују. Појаве топлотно-кинетичког подпростора дјелују на појаве у сва четири подпростора. Све појаве поседују стално дејство, названо потенцијално, било да се крећу или не, а појаве које се крећу поседују још и кинетичко дејство. Средине у којима се појаве крећу или не, имају две особине, крутост (отпорност) (μ) и еластичност (проводност (ε)). Ово упућује да се морају посматрати појаве узимајући у обзир њихова дејства која на њих дјелују или којим појаве дјелују у свом окружењу. Електрицитет и традут својим везама чине материју. Свака појава је материјална. Следи:

Дефиниција 1: Свака материјална појава се у свом окружењу јавља својим потенцијалним дејством..

Полази се од претпоставке да су све све појаве материјалне у Универзуму. Следи

Дефиниција 2: Свака појава која се креће дјелује на средину кроз коју се креће својим кинетичким дејством.

Из наведених дефиниција следи:

Дефиниција 3 (Аксиом): НАЧЕЛО ДЕЈСТВА подразумева да је свака појава извор дејства којим дјелује на друге појаве да се крећу или да јој се унутарња енергија мења ($K_{pi}, H_{ki}; i \in (e, m, T)$).

Коначно:

Дефиниција 4: НАЧЕЛО ВЕЗИВАЊА се огледа у томе што се све појаве међусобно повезују својим дејствима. Видети:[6,7]

Напред дата спознаја о појавама предпоставља да се појаве и њихово понашање могу описати формалним језиком који задовољава следећи математички модел просторности:

$$\Pi_e = [E_i = f(e, o) : @ = f(K_i, H_i; S = f(\varepsilon_i, \mu_i)] \quad (1)$$

Где су: Π_e - просторност; e - електрицитет, o - траду;т K_i - потенцијално дејство; H_i - кинетичко дејство; μ_i - отпорност; ε_i - проводност дејстава. Из једначине (1) се јасно види да се материјалне појаве не могу описивсти формалним језоком који припада математичком моделу пространства датом следећом једначином [8];

$$\Pi_d = (E, \pi_d) \quad (2)$$

Где је: Π_d - димензионално пространство; E , - скуп свих појава; π_d - правила уређивања појава у формални опис. Из једначине (1) се види да се једна материјална појава може описивати са алгебром која уједињује три простора: димензионални, временски и индексни. Ово је наметало да се развије таква алгебра. Материјалне појаве су прекривене и димензионалним и временским подпростором, а повезивања учесника се обављају у свим подпросторима. Формирање описа појава и њихових понашања се обављају у индексном подпростору. Индексни подпростор мора имати формални језик. Управо овај формални језик може се остварити алгебром датог модела (једначина (1)). За дати математички модел (јед.1) развијена је посебна алгебра названа ВЕЗИВНА АЛГЕБРА. Она је, коначно, и обликована за дати модел пространства [4]. У овом раду се указује само на њене теоријске основе. Наведене теоријске основе се најлакше сагледавају из разлика између постојеће алгебре (модел јед.2.) и везивне алгебре (јед.1.).

3. УПОРЕЂИВАЊЕ ОСОБИНА АЛГЕВРИ

Први покушај да се уопшти опис појава био је изведен по начелу квалитета [3]. Основно је било издвојити уређеност радњи које се обављају у материјалној појави која се истражује. Недостатак овог приступа је изостављање квантитета. Доказ да се само она може применити за описивање материјалних појава биће исказана у различитостима између садашње и везивне алгебре, што ће представљати и теоријску основу везивне алгебре. Досадашња алгебра садржавала је модел простора (Курепа [8]) Садржала је: функвионалну анализу, векторску алгебру, тригонометрију у геометрију. Нова алгебра је све ове математичке поступке морала да реши у једном исказу. Полазећи од наведених grana sadašwe algebre пришло се утврђивању теоретских основа везивне алгебре који доказују о неопходности прихватања ове нове алгебре за коришћење у истраживањима природних појава.

3.1. Поставка задатка

Формални језик садашње алгебре припада индо-европском поступку истраживања. Везивна алгебра припада новом поступку истраживања. Поступак истраживања се темељи на спознаји истраживача која одређује; принцип посматрања природних појава и принцип ветивања и представља темељ даљих размишљања истраживача. Наведена два темеља размишљања, воде у различите цивилизације. Упоредњем ова два формална језика (садашња и везивна алгебра) указаће на разлике теорија које су довеле до наведених формалних језика. Тај пут представља теоријске основе формалних језика. Управо, упоређењем даће се теоријске основе садашње и везивне алгебре. То истовремено представља задатак који треба обавити..

4. РЕШАВАЊЕ ЗАДАТКА

Свака алгебра користи одређени бројни систем. Познато је да се сви бројни системи садашње алгебре заснивају на моделу:

$$BS = \sum_i dd^i; (i \in 0, 1, \dots, n); o \in (2, 10, \dots); d \in f(o) \equiv (0, 1, 2, 9) \quad (3)$$

где су: BS - симбол бројног система; o - основа бројног система; i - експонент; d - цифра. Овакво одређивање бројног система не одговара захтевима везивне алгебре. Везивна алгебра захтева да бројни систем припада једнородним појавама. Ради тога је потребно именовати скуп бројева. Ово наводи да се сваки број мора означити индексом који означава његову припадност. Овај захтев тражи

да сваки једнородни скуп материјалних појава има свој бројни систем, односно, сваки број припада свом бројном систему како следи:

$$BS_j = (\sum_j (d \cdot o^i))_j \quad (4)$$

бројни систем класе ($j \in J$), па је разлика само у именовању бројног система, што значи да сваки број припада свом скупу (својем подпростору), а означено је само индексом. Овакав бројни систем представља пребројивост само припадајућих јединица. Ово намеће потребу надскупа који може бити именован, али зато представља пребројивост свих јединица свих именованих подскупова и представља надскуп у облику:

$$S_j = BS_j \cdot (\sum_i d \cdot o^i) \Pi_i)_j \quad (5)$$

Ознаке као и у једначинама (5,6). О множиоцу Π_i биће дато нахнадно објашњење. Име надскупа је збирно име свих имена подскупова. Ово је прва разлика у односу на садашњу алгебру. На тај начин се може једним надскупом обухватити целокупни материјални свет.

Случај пресликавања из једног у други именовани (под)простор се може обавити строго управљањем, било условним или циљаним [2].

Математички модел простора у садашњој алгебри има облик дат једначином (2). који изгледа:

$$\Pi = (E, \pi) \quad (6)$$

где су: E - елементи простора; π - правила уређивања елемената (наш говорни простор) и садашња алгебра). Док математички модел простора у везивној алгебри је:

$$\Pi_e = [E_i = f(e, o); @ = f(K_i, H_i); S = f(\varepsilon_i, \mu)]. \quad (7)$$

где су: E - појаве које припадају простору; $(@_i)$ - дејства појава у датом простору; S_i - просторност (структура) појаве. Ови модели представљају фундаменталну разлику везивне у односу на садашњу алгебру. Везивна алгебра разликује димензионални простор дат једначином (7) од временског простора. Простор дат у једначини (7) има координантни систем чији почетак је позициониран у тежиште појаве којој припада. Временски координантни систем је позициониран у тежиште побуде у тачку путање кретања носиоца побуде, кинетичко дејство. Овај координантни систем има две димензије, просторни угао или орт b_ρ и потег од координантног почетка до тачке која је позиционирана на сфери која је на површини сфере (затвореног круга) одређене потегом. Математички модел овог временског система има облик:

$$P_t = \rho_\Omega t; \rho_\Omega = f(b_\alpha, b_\beta, b_\gamma) \quad (8)$$

$\rho_\Omega = f(b_\alpha, b_\beta, b_\gamma)$ представља да орт ρ_Ω зависи од све три равни Декартовог координантног система. Сем напред наведена два координантна система, везивна алгебра користи и дводимензионални координантни систем чију апсису означава индексом и представља име појаве. Ордината одређује аргументе који описују појаву и њено понашање и средину у којој се налази појава. Овај трећи координантни систем се користи за уређивање, како описа појаве и њеног понашања у формалном простору, тако и у нервном систему човека.. Стога се он назива координантни систем формалног простора. Све ове особине су истовремене у везивном простору који се може назвати везивни или индексни простор, а што се и из модела (јед. 7)) јасно види. За разлику, математички модел простора (јед. 6) има само димензионални координантни систем, док остале не препознаје. То је суштинска разлика ових алгебри. Напред приказани математички модел везивног простора има за последицу да се не могу примењивати прости алгебарске радње над бројевима који припадају различитим скуповима, али се могу пребројавати бројним системом назван надскуп.

Сложена радња „извод“ по димензији повезује димензијалне промене ординате у односу на изводну, што представља димензионалне промене. Извод по времену појаве мења смер кретања последице за $\pm \frac{\pi}{2}$ зависно од предзнака смера кретања појаве носиоца кванта потенцијалне

енергије. Интеграл по изводној димензији је квантитативан, док је интеграл по времену квалитетна појава. Овај интеграл има значење:

$$\int_{t_0}^T b \, ab_t dt = -b_m a T b_t \quad (9)$$

и представља периоду трајања посматрања у току периоде, независно од учесника унутар појаве и не мења трајање учесника у појави, само мења смер појаве. Трајање учесника у појави је и трајање сале појаве. Пресликавање појава које се крећи могуће је обавити на више начина, при том је потребно вофити рачуна и о димензионалним и о временским променама.

Истраживач може предпоставити услове који изазивају промену понашањ појаве у понашање које он жели да оствари и сам оствари те услове, такво управљање (пресликавање) је циљано. У оба случаја између почетног и завршене промене је прелазно стање. Ове радње пресликавања могу се остварити само између окружења и индексног (формалног - везивног) простора. Овако схваћање пресликавања (управљања) је жељени циљ који се управљањем – пресликавањем жели постићи. Радње повезивања обављају се између окружења и формалног простора. Такве радње се називају просте. Радње повезивања појава у окружењу обављају се преко формалног простора. Повезивања преко формалног простора се разликују и зависе од поступка истраживања. У индо-европском поступку истраживања се формални језик не подудара са индексним - везивним простором (нервни систем живог бића), док се потпуно подудара са везивним који представља структуру нервног система човека. Закључује се да постоје два типа повезивања. У том случају добијају се два описа везивања. У овим описима се добијају искази који представљају појаву у природи и њен опис у формалном простору и ове везе изгледају:

$$E_e \oplus v_e K_e = 0_e \quad (10)$$

$$E_{e1} \oplus v_{12} E_{e2} = 0_e \quad (11)$$

где уокружно (+) означава везивање, односно $\oplus = + b_e$ и означава да је везивање строго ортом b_e усмерено. Једначина (10) је повезивање $v_e = \varepsilon_e S_e$ појаве E_e са њеним дејством K_e у окружењу. Једначина (10) је и повезаност појаве E_e са појавом K_e као појавом у средини коју карактеристике ε_e . – особина средине појаве E и S_e - просторни однос појаве и њеног дејства. Веза дата једначином (11) се може представити како следи, ако се повезују истородне појаве:

$$\left[(E_{e1} \oplus v_{e1} K_{p1}) + (E_{e2} \oplus v_{e2} K_{p2}) \right] = 2E_1 + (b_1 + b_2) v_{11} K_{p1} = 0_e \quad (12)$$

где: $(b_1 + b_2)$ - представља векторски збир ова два орта; $v_{11} = f(v_1, v_1) = \varepsilon_e S_{11}$ у коме је $S_{11} = f(S_1, S_1)$. Дати пример је изведен у координантном систему једног од истородних учесника. Резултат може да буде повезаност ова два учесника њиховим потенцијалним дејствима. Потенцијална дејства се разликују у односу на подпростор којем припадају учесници, а о том обавештавају ортови смера. Под напред датим условима, веза одређује статичко стабилно стање између учесника. Веза може бити остварена тако да се учесници налазе у динамичком стабилном односу. Тада је исказ сложенији, а што је предмет везивне алгебре видети [6]. Мора се истаћи да је тумачења нуле у везивној алгебри измењено у односу на садашњу алгебру. Овде се полази од научне истине да се свака, па и најмања или највећа материјална појава јавља у свом координантном простору. То указује да се не може елементарна честица јавити, а да није просторна. У свакој појави почетак координантног система је смештен у тежишту појаве или у тежишту побуде. Тежиште побуде је везано за елементарну честицу. Рачунање квантитативних вредности мора узимати као могућу грешку коју уноси координантни систем својим почетком. Због тога се у свим исказима везивне алгебре нула претвара у нулиште са индексом који указује на ту грешку. Потребно је указати још на неке особине алгебарских једначина везивне алгебре. Све алгебарске једначине везивне алгебре су са два члана изједначени са нулиштем. За све овакве једначине важи правило идемпотенције. У ствари сваки исказ има име и одговарајући опис у формалном простору. Нормално, ако је нулиште идемпотентно, тада и исказ мора бити идемпотентан. Изузетак су критеријуми који могу бити са два или четири чланова. То су углавном

описи услова уласка у друго стабилно стање и представљају прелазно стање. У оваквим случајевима два члана имају исти смер и нумеричку вредност из чега се види да се ради о спајању два исказа.

Природне појаве се понапају зависно од средине у којој се налазе. Средина посматране појаве може бити описана једним или са више чиниоца (аргумента). Средина одређује карактер прелазних стања у свим динамички стабилним стањима појаве. Овакво посматрање прелазних и динамичких стабилних стања условљава кршење правила да се алгебарске просте радње не могу применити на бројне величине које припадају различитим скуповима. Ово правило везивна алгебра решава помоћу посебног третмана Булове математичке логике. Ова логика дозвољава да се вредност истородних чланова тог скупа искаже процентуалним учешћем у вредности (квантитету) тог скупа, иако скуп представља једнородне чланове. Такав скуп се може сматрати као један чиниоц скупа који представља квантитативну вредност збира свих чланова. На овај начин дјеловање разнородних учесника не би могао да учествује у одређивању особина средине у којој се понаша природна појава. Средина може бити компактна, а може нити са вишр учесника. У првом случају радње (μ_i, ε_u) су једнородне. У колико је средина са више учесника, тада се обично примењује математичка логика (Бил) али само за издвајање у каквом саставу дјелује. Идеја Радивојевића о атомизацији учесника прижила је идеју радње, веч поменуте (Π_i). У овој радњи се користи Булова математичка логика под утицајем Радојрвића на следећи начин:

$$\Pi_1 = \frac{F_{BR}(abc)}{F_{BR}(abc)} = \frac{\int da \cdot \bar{cb} + \dots + \int dc \cdot \bar{ab}}{F_{BR}(abc)} = (\eta_a + \dots + \eta_c) \quad (13)$$

где су: a, b, c аргументи који могу бити по величини између нуле и јединице (0-1). Сада се овом вредношћу множи права вредност која се израчунава прикупљањем податка сваког аргумента. Нека је та вредност (ε_o) тада је:

$$\varepsilon_o^s = \varepsilon_o^s \Pi_1 \quad (14)$$

где је: ε_o^s мадскуп именовани број над само једним скупом именованих бројева; ε_o - именован број; Π_1 - множитељ. У колико ε_o је збир именованих бројева, тај скуп се може у процентима укључити и у множитељ, па у том случају множитељ је именован број, с тим да се Булова функција у именитељу представља бројну вредност надскупа, а аегументи су процентуално представљени као сабирци у проценрима. Овим је потпуно задовољен исказ (13). (видети јед.5)

Везивна алгебра користи тригонометријске радње. Примена у овој алгебри се разликује по томе што се исказ орјентисе ортом како следи:

$$r = b_r r (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) \quad (15)$$

а из једначине (14) види се да она има елементе векторске алгебре увођењем орта b_r . Сам аргумент r показује да је он сувишан и да се подразумева да може имати произвољну вредност. Једначина (15) има универзални карактер и може да послужи за препознавање круга било ког полупречника. Обртањем круга око било које осовине тродимензионалног координантног система добија се лопта – кугла. Универзални модел кугле добија се следећом једначином:

$$\rho = b_\Omega \rho (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) \sin \omega t \quad (16)$$

и представља општи математички модел кугле, било ког полупречника. Овим се знатно упрошћује извођење математичких модела природних појава. Сви тригонометријски искази морају бити индексирани или ортом орјентисани у везивној алгебри. Треба истаћи да се ортом одређује само тачка у којој се посматра истраживана величина. Овде треба нагласити да је то еквидистантна тачка на површини кугле која је ортом издвојена.. Из наведених разлика види се суштина везивне алгебре и разлог њеног формирања. У примени то се најбоље уочава.

5. КРАТАК ОСВРТ И ЗАКЉУЧЦИ

Нов поступак истраживања се разликује од поступака у далек . -источној и индо - европској цивилизацији. Остале цивилизације се нису анализирале услед недостатка било каквих докумената о њима. Оне се тек сада истражују.

Овај поступак још није познат научној јавности. Научно - истраживачки радници нису ни обрађали пажњу на ту важну радњу. Овим је први пут указано на ову делатност која има далекосежне последице.

Надам се да ће овај рад привући млађе научнике да даље усавршавају и поглед на свет и на везивну алгебру. Посебно треба осетити потребу даљег развоја везивне алгебре.

На крају је потребно истаћи величину промене темеља размишљања која намеће ова алгебра и која ослобађа истраживача да претпоставља решење, већ само на то да свако добијено решење може стварно да се докаже и протумачи.

Мора се истаћи велики утицај математичара [9], [8], Була, и научнике Ципкина, Лајбница, Михајила Петровића, Курепе који су имали велики утицај да се оствари алгебра везивања.

Примењен овај поступак даје довољно прецизна решења многих до сада нерешивих проблема и отвара могућност истраживача да својим способностима бира аргументе о срединама у којима се појава и њено понашање јавља.

ЗАХВАЛНОСТ

Захвалан сам Институту „М. ПУПИН“ (Аутоматика) што је финансијски обезбедио моје учешће на СИМ-ОП-ИС у 2013.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Vkašin Masnikosa "Operaciona istraživanja matematičkih modela prirodnih pojava (Otkriće traduta) Symopis 2011 Zlatibor.
- [2] Vkašin Masnikosa „Општа теорија управљања“ „ предавање на семинару нститута "М. Пупин" 2012. Београд
- [3] Vkašin Masnikosa „Princip dejstva“, izdanje 1984 , u Beogradu
- [4] Vkašin Masnikosa „Везивна алгебра“, приватно издање 1991. Београд
- [6] Vkašin Masnikosa „Теоријске основе структуре материје“ (необјављено)
- [7] Vkašin Masnikosa „Теорија структуре елементарних честица материје (необјављено)
- [8] Ђ. Курепа „Set's theory!; Ed."Naučna knjiga",Zagreb,1971. (Serbo- croatian
- [9] М.Петровић: Математичка феноменологија Изд. САНУ, Београд 1925
- [10] Лајбниц Интернет; Навођења других аутора (Ивановић -Квантна физика)



ГРАФИЧКИ ПРИКАЗ ЛОГИЧКИХ БУЛОВСКИ КОНЗИСТЕНТНИХ РЕАЛНО-ВРЕДНОСНИХ РЕЛАЦИЈА

GRAPHICAL ILLUSTRATION OF REAL-VALUED LOGICAL BOOLEAN CONSISTENT RELATIONS

ДРАГАН РАДОЈЕВИЋ

Институт Михајло Пупин, Београд, dragan.radojevic@pupin.rs

Резиме: У раду се графички илуструју Буловски конзистентне реално-вредносне релације на примеру два дводимензиона логичка објекта. Основа конзистентне реализације релација је реално-вредносна реализација Булове алгебре.

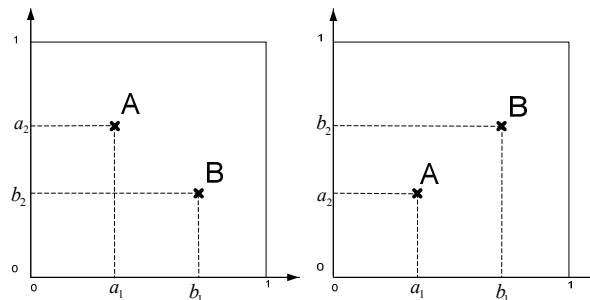
Кључне речи: Реално-вредносне релације, реално-вредносна коначна Булова алгебра

Abstract: In this paper is given graphical illustration of Boolean consistent real-valued relations on illustrative example of two two-dimensional objects. Consistent real-valued relations are based on real-valued realization of Boolean algebra.

Keywords: Real-valued relations, real-valued finite Boolean algebra.

1. УВОД

Реално-вредносна Булова алгебра [1, 2] је оквир за реализацију реално-вредносних релација као што је то класична (дво-вредносна) Булова алгебра за класичне дво-вредносне релације. У овом раду су реално-вредносне логичке релације илустроване на примерима два дводимензиона објекта $A = (a_1, a_2)$, $B = (b_1, b_2)$ приказаних на следећој слици.



Слика 1: Анализирани случајеви

2. РЕАЛНО-ВРЕДНОСНЕ РЕЛАЦИЈЕ

Логичке Буловски конзистентне реално-вредносне релације реализоване су на основу преферентних структура које почивају на релацији поретка $(A \leq B)$, [3,4].

$$(A = B) = (A \leq B) \wedge (A \geq B),$$

$$(A < B) = (A \leq B) \wedge (\overline{A \geq B}), \quad (A > B) = (\overline{A \leq B}) \wedge (A \geq B),$$

$$(A \diamond B) = (\overline{A \leq B}) \wedge (\overline{A \geq B}),$$

$$(A \Leftrightarrow B) = ((A \leq B) \wedge (A \geq B)) \vee ((\overline{A \leq B}) \wedge (\overline{A \geq B})),$$

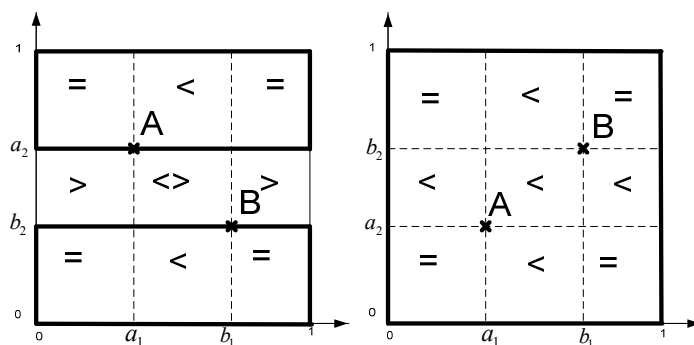
$$(A \vee B) = \overline{(A \Leftrightarrow B)}.$$

2.1 Релације поретка $A \leq B$

$$\begin{aligned}(A \leq B) &= (a_1 \leq b_1) \wedge (a_2 \leq b_2), \\ &= (a_1 \Rightarrow b_1)^{min} \wedge (a_2 \Rightarrow b_2)^{min}, \\ &= (1 - a_1 + \min(a_1, b_1))(1 - a_2 + \min(a_2, b_2)).\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a_1 < b_1, b_2 < a_2; \\ (A \leq B) &= (1 - a_1 + a_1)(1 - a_2 + b_2), \\ &= (1 - a_2 + b_2).\end{aligned} \tag{2.1}$$

$$\begin{aligned}a_1 < b_1, a_2 < b_2; \\ (A \leq B) &= (1 - a_1 + \min(a_1, b_1))(1 - a_2 + \min(a_2, b_2)), \\ &= 1.\end{aligned}$$

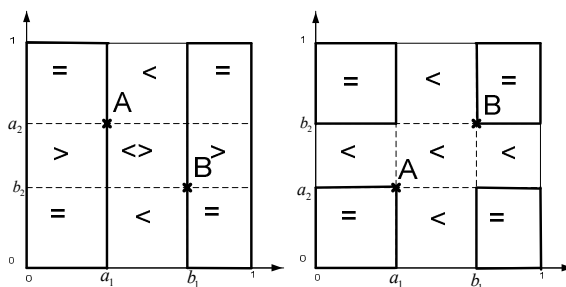


Слика 2: Релације поретка $A \leq B$

2.2 Релације поретка $A \geq B$

$$\begin{aligned}a_1 < b_1, b_2 < a_2; \\ (B \leq A) &= (1 - b_1) + a_1.\end{aligned} \tag{2.2}$$

$$\begin{aligned}a_1 < b_1, a_2 < b_2; \\ (B \leq A) &= (1 - b_1)(1 - b_2) + (1 - b_1)a_2 + a_1(1 - b_2) + a_1a_2.\end{aligned}$$



Слика 3: Релације поретка $A \geq B$

2.3 Релације једнакости $A = B$

$$(A = B) = (A \leq B)(B \leq A),$$

$$= \left((1 - a_1 + \min(a_1, b_1))(1 - a_2 + \min(a_2, b_2)) \right) \left((1 - b_1 + \min(a_1, b_1))(1 - b_2 + \min(a_2, b_2)) \right).$$

$$a_1 < b_1, b_2 < a_2;$$

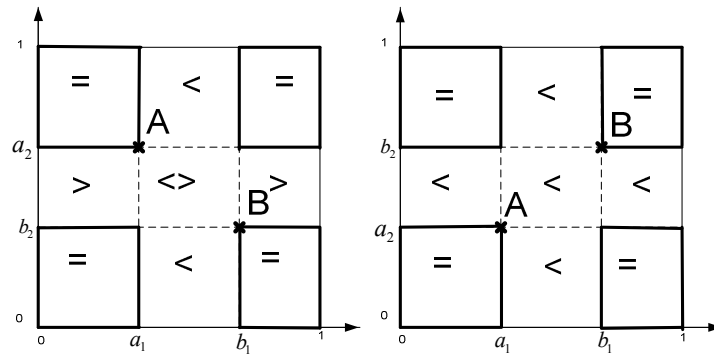
$$(A = B) = (1 - a_2 + b_2)(1 - b_1 + a_1),$$

$$= a_1 b_2 + a_1(1 - a_2) + (1 - b_1)b_2 + (1 - b_1)(1 - a_2). \quad (2.3)$$

$$a_1 < b_1, a_2 < b_2;$$

$$(A = B) = (1 - b_1 + a_1)(1 - b_2 + a_2),$$

$$= a_1 a_2 + a_1(1 - b_2) + (1 - b_1)a_2 + (1 - b_1)(1 - b_2).$$



Слика 4: Релације једнако $A = B$

2.4 Релације неодређености $A <> B$

$$(A <> B) = \overline{(A \leq B)(B \leq A)}$$

$$= \left((a_1 > b_1) \vee (a_2 > b_2) \right) \wedge \left((b_1 > a_1) \vee (b_2 > a_2) \right)$$

$$= \left((a_1 - \min(a_1, b_1)) + (a_2 - \min(a_2, b_2)) - (a_1 - \min(a_1, b_1))(a_2 - \min(a_2, b_2)) \right)$$

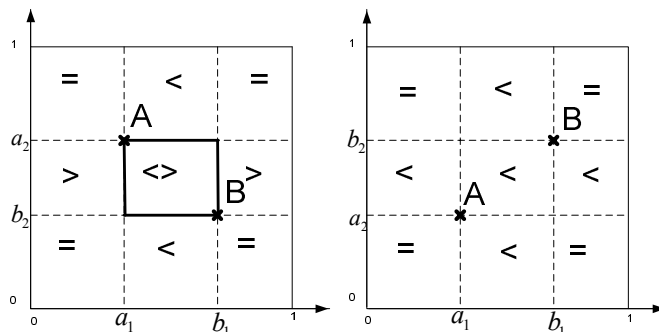
$$\left((b_1 - \min(a_1, b_1)) + (b_2 - \min(a_2, b_2)) - (b_1 - \min(a_1, b_1))(b_2 - \min(a_2, b_2)) \right). \quad (2.4)$$

$$a_1 < b_1, a_2 < b_2,$$

$$(A <> B) = 0.$$

$$a_1 < b_1, b_2 < a_2$$

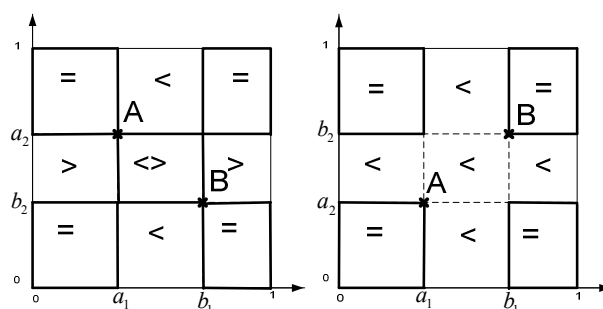
$$(A <> B) = (a_2 - b_2)(b_1 - a_1)$$



Слика 5: Релације неодређености $A <> B$

2.5 Релације сличности $A \Leftrightarrow B$

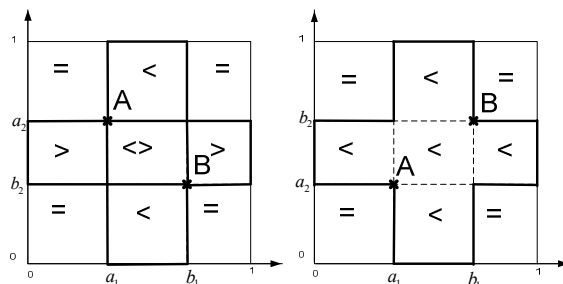
$$\begin{aligned}
 (A \Leftrightarrow B) &= (A = B) \vee (A \langle \rangle B) \\
 &= (A \leq B)(A \geq B) + (\overline{A \leq B})(\overline{A \geq B}) \\
 a_1 < b_1, a_2 < b_2 \\
 (A \Leftrightarrow B) &= (1 - b_1 + a_1)(1 - b_2 + a_2) \\
 &= a_1 a_2 + a_1(1 - b_2) + (1 - b_1)a_2 + (1 - b_1)(1 - b_2) \\
 a_1 < b_1, b_2 < a_2 \\
 (A \Leftrightarrow B) &= (1 - a_2 + b_2)(1 - b_1 + a_1) + (a_2 - b_2)(b_1 - a_1), \\
 &= a_1 b_2 + a_1(1 - a_2) + (1 - b_1)b_2 + (1 - b_1)(1 - a_2) + (a_2 - b_2)(b_1 - a_1).
 \end{aligned} \tag{2.5}$$



Слика 6: Релације сличности $A \Leftrightarrow B$

2.6 Релације различитости $A \not\subseteq B$

$$\begin{aligned}
 (A \not\subseteq B) &= (\overline{A \Leftrightarrow B}), \\
 &= 1 - (1 - a_1 + \min(a_1, b_1))(1 - a_2 + \min(a_2, b_2))(1 - b_1 + \min(a_1, b_1))(1 - b_2 + \min(a_2, b_2)) - \\
 &\quad ((a_1 - \min(a_1, b_1)) + (a_2 - \min(a_2, b_2)) - (a_1 - \min(a_1, b_1))(a_2 - \min(a_2, b_2))) \\
 &\quad ((b_1 - \min(a_1, b_1)) + (b_2 - \min(a_2, b_2)) - (b_1 - \min(a_1, b_1))(b_2 - \min(a_2, b_2))). \\
 a_1 < b_1, a_2 < b_2; \\
 (A \not\subseteq B) &= 1 - (1 - b_1 + a_1)(1 - b_2 + a_2), \\
 &= 1 - (1 - b_1)a_2 - (1 - b_1)(1 - b_2) - a_1 a_2 - a_1(1 - b_2). \\
 a_1 < b_1, b_2 < a_2; \\
 (A \not\subseteq B) &= 1 - (1 - a_2 + b_2)(1 - b_1 + a_1) - (a_2 - b_2)(b_1 - a_1), \\
 &= 1 - (1 - a_2)a_1 - (1 - a_2)(1 - b_1) - b_2 a_1 - b_2(1 - b_1) - (a_2 - b_2)(b_1 - a_1).
 \end{aligned} \tag{2.6}$$



Слика 7: Релације различитости $A \not\subseteq B$

2.7 Релације мање $A < B$

$$(A < B) = (\overline{B \leq A})(A \leq B),$$

$$= ((b_1 - \min(a_1, b_1)) + (b_2 - \min(a_2, b_2)) - (b_1 - \min(a_1, b_1))(b_2 - \min(a_2, b_2))),$$

$$(1 - a_1 + \min(a_1, b_1))(1 - a_2 + \min(a_2, b_2)).$$

$$a_1 < b_1, b_2 < a_2;$$

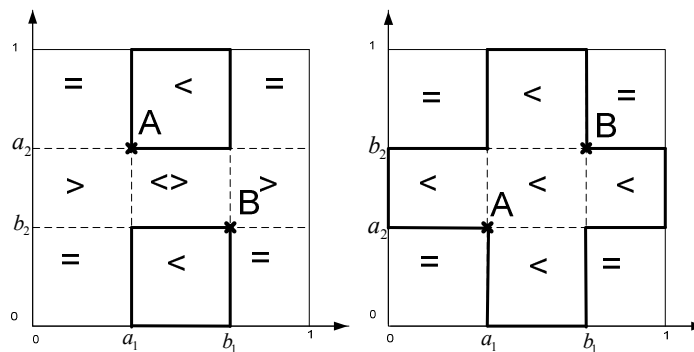
$$(A < B) = (b_1 - a_1)(1 - a_2 + b_2)$$

$$= (b_1 - a_1)(1 - a_2) + (b_1 - a_1)b_2.$$

$$a_1 < b_1, a_2 < b_2;$$

$$(A < B) = (b_1 - a_1) + (b_2 - a_2) - (b_1 - a_1)(b_2 - a_2).$$

(2.7)



Слика 8: Релације мање $A < B$

2.8 Релације веће $A > B$

$$(A > B) = (\overline{A \leq B})(B \leq A),$$

$$= ((a_1 - \min(a_1, b_1)) + (a_2 - \min(a_2, b_2)) - (a_1 - \min(a_1, b_1))(a_2 - \min(a_2, b_2))),$$

$$(1 - b_1 + \min(a_1, b_1))(1 - b_2 + \min(a_2, b_2)).$$

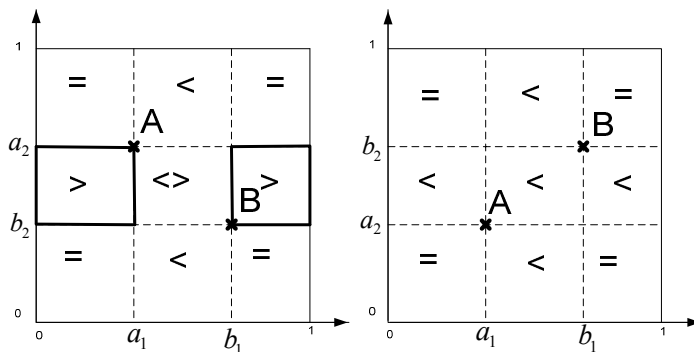
$$a_1 < b_1, b_2 < a_2;$$

$$(A > B) = (1 - b_1)(a_2 - b_2) + (a_2 - b_2)a_1.$$

$$a_1 < b_1, a_2 < b_2;$$

$$(A > B) = 0.$$

(2.8)



Слика 9: Релације веће $A > B$

3. ЗАКЉУЧАК

Реално-вредносне логичке релације засноване на реално-вредносној реализацији Булове алгебре, познате и као интерполативна Булова алгебра, су конзистентна генерализација класичних логичких релација. Наведене графичке илустрације релација између објеката описаних са по два атрибута чије су вредности са реалног интервала $[0, 1]$ су са једне стране довољно једноставне а са друге опет довољно информативне да илуструју релеванте феномене конзистентне генерализације. Наведене логичке релације су од великог практичног значаја за реалне примене. У постојећим реалним применама доминирају геометријски приступи у третирању сличности, различитости, неразлучивости и слично. Свуда се наведени геометријски приступи могу конзистентно третирати одговарајућим логичким приступима: блискост релацијом сличности, удаљеност релацијом различитости, итд.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Radojević, D. (2000). New $[0,1]$ -valued logic: A natural generalization of Boolean logic. Yugoslav Journal of Operational Research, 10 (2), 185-216.
- [2] Radojević, D. (2008). Interpolative Realization of Boolean Algebra as a Consistent Frame for Gradation and/or Fuzziness. In Nikraves, M. *et al.* (eds.) Forging New Frontiers: Fuzzy Pioneers II, 218, 295-317.
- [3] Arrow, K.J., (1951b, 2nd ed. 1963). [*Social Choice and Individual Values*](#). Wiley, New York. [ISBN 0-300-01364-7](#).
- [4] Radojević, D. (2005). Interpolative relations and interpolative preference structures. Yugoslav Journal of Operatinoal Research, 15(2), 171-189.
- [5] Radojević, D. (2010) Generalized (Real-Valued) order and Equivalence Relations, SYM-OP-IS 2010, 451-454.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Menadžment



MULTIMETODOLOŠKA PERSPEKTIVA UPRAVLJANJA PROBLEMSKIM SITUACIJAMA

A MULTI-METHODOLOGICAL PERSPECTIVE ON PROBLEM SITUATIONS MANAGEMENT

SLAVICA P. PETROVIĆ

Ekonomski fakultet Univerziteta u Kragujevcu, pslavica@kg.ac.rs

Rezime: Kreativnom upravljanju kompleksnim i višedimenzionalnim problemskim situacijama u organizacijama primeren je odgovarajući kritičko pluralistički, odnosno, multimetodološki instrumentarijum. Kao poseban razvoj u okviru savremenog kritičkog sistemskog mišljenja, ovaj iskaz metodološkog pluralizma implicira kombinovanje metodologija - ili njihovih metoda, tj. tehnika - koje mogu pripadati različitim paradigmatama, u procesu istraživanja i intervenisanja u strategijskoj upravljačkoj problemskoj oblasti preduzeća, koja se kroz intervenisanje nastoji efektivno i efikasno unaprediti.

Cljučne reči: problemske situacije u preduzećima, kreativno upravljanje, kritičko sistemsko mišljenje, multimetodologija.

Abstract: A corresponding critically pluralist, i.e. multi-methodological instrumentarium is appropriate to creative management of complex and multidimensional problem situations in organizations. As a particular development within the contemporary critical systems thinking, this expression of methodological pluralism implies a combining the methodologies - or their methods, i.e. techniques - that can belong to the different paradigms, in the process of research and intervention in the strategic management problem domain of an enterprise, that ought to be effectively and efficiently improved through intervening in it.

Keywords: problem situations in enterprises, creative management, critical systems thinking, multimethodology.

1. UVOD

Strategijski upravljački problemi u preduzećima, kao rezultante istovremenih delovanja brojnih i različitih ekonomskih, organizacijskih, tehničko-tehnoloških, psiholoških, socioloških, političkih, kulturoloških determinanti, trebali bi biti posmatrani i istraživani kao odgovarajuće *problemske situacije*, odnosno, kao kompleksni, višeznačni i upravljivi sistemi problema (Petrovic, 2012a, 1-13). Kreativno istraživanje rastuće složenih i heterogenih upravljačkih problemskih situacija, s ciljem efektivnog i efikasnog *intervenisanja* u njima, implicira korišćenje adekvatnog *naučnog instrumentarijuma* reprezentovanog rastućom varijetetnošću teorija, metodologija, metoda, tehnika, modela.

Dotična tri konceptijska sistema - upravljačke problemske situacije u preduzećima, teorijsko-metodološki i aplikativni instrumentarijum njihovog istraživanja, i intervenisanje u njima kako bi se one unapredile - i odnosi između njih mogu biti posmatrani kao ključne dimenzije konteksta *kritičkog pluralizma*. Određen kao odgovarajuća *multimetodologija*, kritički pluralizam implicira dva osnovna tipa neprekidnih aktivnosti: a) stvarna delovanja u strategijskoj upravljačkoj problemskoj oblasti u preduzeću, s tim da neke od tih aktivnosti mogu biti podržane korišćenjem primerenih metodologija, metoda, tehnika, modela i b) kritičko promišljanje o intervenciji, koja reprezentuje posebnu kombinaciju delovanja i upotrebljenih metodologija (Mingers, 1997a, 1-20; Mingers, 1997b, 407-440).

Glavni *cilj* istraživačkog procesa u radu predstavlja pribavljanje relevantnih uvida u i znanja o teorijsko-metodološkoj utemeljenosti kritičkog pluralizma, uslovima, načinima i dometima njegovog naučno argumentovanog i praktično delotvornog korišćenja u kreativnom upravljanju višeznačnim problemskim situacijama u organizacijama. Bazična *hipoteza* koja bi trebala biti potvrđena u istraživačkom procesu je da multimetodologija, kao poseban kritičko-sistemski pluralistički razvoj, shodno svojoj konceptijsko-teorijskoj osnovanosti, s jedne strane, i metodološko-metodskoj utemeljenosti, s druge strane, može biti upotrebljena u kreativnom bavljenju strategijskim problemskim područjima u organizacijama s ciljem efektivnijeg i

efikasnijeg intervenisanja u njima. Naučni *instrumentarijum* korespondentan opredeljenom predmetu i cilju istraživanja, i postavljenoj naučnoj hipotezi je savremeno kritičko sistemsko mišljenje koje je fokusirano na sledeće tri ključne obavezanosti: a) kritičku svesnost snaga i slabosti bilo kog istraživačkog instrumenta, pa i multimetodologije, b) unapređivanje procesa upravljanja složenim i višedimenzionalnim problemima u preduzećima, i c) pluralizam - respektovanje različitih percepcija i interpretacija problemskih situacija u preduzećima i omogućavanje kombinovanog korišćenja različitih istraživačkih instrumenata (Jackson, 2003, 303-304; Mingers, 2006, 3-4; Jackson, 2010, 133-139; Zhu, 2011, 784-798; Petrovic, 2012b, 797-814; Ulrich, 2012, 1228-1247).

2. KLJUČNE DETERMINANTE MULTIMETODOLOŠKOG KONTEKSTA

Kontekst kritičkog pluralizma celovito je opredeljen trima relevantnim dimenzijama: Sistem sadržaja problema, Sistem intervenisanja, Sistem intelektualnih resursa, i odnosima između njih (Mingers 1997a, 10-13; Mingers, 1997b, 419-430; Mingers, 2006, 199-203; Mingers and White, 2010, 1147-1161).

Pre svega, *Sistem sadržaja problema* određuju sledeća tri sveta - materijalni, društveni i personalni. Distinkcije između njih su analitičke, jer ne postoje tri odvojena ontološka sveta, nezavisna jedan od drugog. Materijalni svet se tiče onih aspekata upravljačkih problemskih situacija u organizacijama koji se odnose na fizički prostor-vreme, entitete i objekte. Ovim svetom vladaju prirodni zakoni, nezavisni od ljudi. Za epistemološku povezanost ljudi sa materijalnim svetom je, pre svega, relevantan odnos posmatranja shvaćen kao aktivno građenje. Znanje je, generalno, analitičke, odnosno, empirijske prirode. Društveni svet, reprezentovan intersubjektivnim praksama i dualnostima struktura, ne postoji bez ljudi. Ovaj svet može biti shvaćen kao konsensusno područje implicitno usklađenih pravila, praksi, normi, značenja. Epistemološka povezanost ljudi sa društvenim svetom je odnos učestvovanja, pre nego odnos pukog posmatranja. Dok se fizički zakoni primenjuju podjednako na sve, društvena pravila i prakse se primenjuju različito, tj. ona sama po sebi privileguju izvesne karakteristike ili grupe u odnosu na ostale. Znanje je, suštinski, normativno, zasnovano na vrednostima i moći. Personalni svet, koji čine individualna iskustva ljudi, njihova osećanja, želje i verovanja, rezultat je izbora ljudi, njihovih interakcija i strukturalnih povezivanja. Znanje je zasnovano na hermeneutici i fenomenologiji. Za kritički utemeljeno intervenisanje u upravljačkim problemskim situacijama u organizacijama, od posebne važnosti je dimenzija aksiologije, koja se tiče onoga što se vrednuje i smatra pravičnim, i koja obezbeđuje kriterijume uz pomoć kojih se procenjuju moguće akcije i prave izbori.

U procesima istraživanja upravljačkih problemskih situacija u organizacija i intervenisanja u njima, tj. u *Sistemu intervenisanja* ključna uloga pripada agentu, odnosno, istraživačima, praktičarima, menadžerima uključenim u proces bavljenja odnosnim strategijskim upravljačkim problemima. Glavni razlozi zašto kritičko razmatranje delovanja implicira bavljenje u istraživanu problemsku situaciju angažovanim učesnicima, koji prave izbore i deluju u dotičnom problemskom području u organizaciji, tiču se, pre svega, uvida - u konceptijskom okviru postmodernizma - da nije odbranljivo održavanje ideje univerzalnog, racionalnog subjekta, već da treba biti istaknuta kulturalna i privremena relativnost znanja i racionalnosti, uz insistiranje na važnosti raznovrsnosti i različitosti. Zatim, od značaja je da, u konceptijskom okviru multimetodologije, agent svaki put iznova gradi posebnu kombinaciju metodologija da bi izašao u susret jedinstvenom skupu istraživanih okolnosti. Kako opredeljivanje kombinacije metodologija nužno zavisi (i) od karakteristika samih agenata, nesumnjivo je da će agentima pripasti bitna pozicija. Zatim, načelno, nijedna kritička teorija niti metodologija ne može, sama po sebi, primorati njene korisnike da dotičnu teoriju ili metodologiju koriste kritički. Odnosno, bilo koja metodologija ili okvir ideja su u krajnjoj liniji podređeni onom ko ih upotrebljava. To dalje znači da je neophodno razmotriti kognitivni i društveni kontekst učesnika u istraživanoj problemskoj situaciji.

Shodno prezentiranim razmatranjima, agenti treba da kritički promišljaju o procesu i dizajnu svake jedinstvene intervencije da bi izgradili primerenu kombinaciju metodologija i tehnika. Pri tome im na raspolaganju, pre svega, stoji odgovarajući *Sistem intelektualnih resursa*, reprezentovan rastućom varijetetošću teorija, metodologija, metoda, tehnika, modela. Razvoj i implementacija multimetodologije podrazumevaju sledeće, precizno konceptijsko razgraničenje između pojmova paradigma, metodologija, metod, tehnika (Midgley, 2006, 214-215). Pod *paradigmom* se, načelno, podrazumeva određeno shvatanje sveta zasnovano na odgovarajućem skupu fundamentalnih filozofskih pretpostavki koje definišu prirodu mogućeg istraživanja i intervencije. Odnosno, oslanjajući se na odgovarajuće filozofske - ontološke, epistemološke, aksiološke - pretpostavke, paradigme (u datim razmatranjima) eksplicitno upućuju na akciono istraživanje, tj. istraživanje usmereno ne na pribavljanje znanja kao takvih, već na prikupljanje relevantnih znanja o proučavanoj problemskoj situaciji, kako bi se u njoj osmišljeno intervenisalo. Zatim, pod *metodologijom* se podrazumeva strukturirani skup uputstava ili aktivnosti da bi se pomoglo pojedincu u

preduzimanju istraživanja i intervencije. Dakle, u datim razmatranjima, i koncept metodologije je opredeljen sa stanovišta akcionog istraživanja. Odnosno, polazeći od određenih filozofskih pretpostavki, opredeljuje se rezultirajuća paradigma, a, zatim, u okrilju paradigme, kao njeno otelotvorenje, razvija se odgovarajuća metodologija, kao skup smernica za kretanje kroz istraživanu upravljačku problemsku situaciju u organizaciji u kojoj se želi svrhovito intervenisati. Dalje, pod *tehnikom* se podrazumeva specifična aktivnost koja poseduje jasno definisanu svrhu u okviru određenog konteksta neke metodologije. Između pojmova paradigma, metodologija, tehnika postoje relevantni odnosi. Pre svega, za odnos između paradigme i metodologije je od značaja da paradigma, kroz svoje filozofske osnove, obezbeđuje odgovore na pitanje zašto izabrati i primeniti određenu metodologiju, tj. obezbeđuje osnove za određene tipove aktivnosti koje dotična metodologija generiše. Zatim, odnos između metodologije i tehnike se može shvatiti kao odnos između šta i kako; naime, dok metodologija specificira tip aktivnosti koji treba biti preduzet, odnosno, precizira šta treba biti urađeno u procesima istraživanja i intervenisanja u problemskoj oblasti koja se istražuje, tehnike, s druge strane, predstavljaju posebne načine izvođenja tih aktivnosti, tj. upućuju na to kako nešto treba biti istraženo i kako u istraživanoj oblasti treba intervenisati da bi se ona kroz intervenisanje unapredila.

Sa stanovišta razvoja i primene multimetodologije od važnosti su odnosi između: agenata i metodologija/tehnika, agenata i istraživane problemske situacije, i između metodologija/tehnika i dotične problemske oblasti u preduzeću. To stoga, što ovi odnosi usmeravaju agente u procesima izbora metodologija, metoda, tehnika, modela, i jedinstveni su za svaku pojedinu intervenciju u organizacijama. Osnovni aspekti ovih odnosa mogu biti obuhvaćeni i iskazani korišćenjem odgovarajućih pitanja koja su eksplicitno usmerena na dizajn intervencije. Pri tome, pitanja relevantna za odnose između bilo koja dva (od dotična tri) konceptijska sistema impliciraju pitanja bitna za ostale odnose između dotičnih konceptijskih sistema.

Uz navedeno, razvoj i implementacija multimetodologije podrazumevaju opredeljivanje sledeća dva konceptijska okvira. Prvi okvir nastoji da identifikuje posebne doprinose koje različite metodologije mogu generisati u odnosu na različite dimenzije istraživane problemske situacije, i različite faze intervencije. Drugi konceptijski okvir se bavi problemom dekomponovanja metodologija na delove, koji onda mogu biti upotrebljeni u kombinaciji sa drugim delovima.

3. OKVIR ZA MAPIRANJE METODOLOGIJA

Kao dva ključna aspekta intervencija u upravljačkim problemskim situacijama u preduzećima mogu biti izdvojeni njihova višedimenzionalnost i različiti tipovi aktivnosti, koja treba biti preduzeta tokom intervencije u istraživanom problemskom području. Jedновременim istraživanjem ovih dvaju dimenzija opredeljuje se odgovarajući konceptijski okvir, koji eksplicitno upućuje na poželjnost multimetodološkog pristupa menadžmentu, i služi mapiranju karakteristika različitih metodologija, s ciljem njihovog povezivanja. Pri tome, višedimenzionalnost intervencije u upravljačkom problemskom području preduzeća je reprezentovana uz pomoć materijalnog, društvenog i personalnog sveta, a kao osnovni tipovi aktivnosti tokom intervencije, tj. bitne faze intervencije izdvojeni su: razumevanje, analiziranje, određivanje i dejstvovanje (Midgley, 1997a, 11-16, Midgley, 1997b, 430-433).

U okviru tipa aktivnosti označenog sa *razumevanje*, iz svakog pojedinog od tri bitna sveta izdvajaju se odgovarajuće poddimenzije: fizičke okolnosti iz materijalnog sveta, individualna verovanja i značenja iz personalnog sveta, a iz društvenog sveta, kao posebno važne, identifikuju se društvene prakse i odnosi moći. Zapravo, razumevanje se odnosi na postavljanje granica u procesu istraživanja, tj. na opredeljivanje upravljačke problemske situacije koja je predmet istraživanja i u kojoj bi trebalo intervenisati.

U okviru tipa aktivnosti označenog sa *analiziranje*, reč je o neposrednom istraživanju upravljačke problemske situacije identifikovane u okviru razumevanja, konkretno, o istraživanju: osnovnih uzročnih struktura prethodno izdvojenih fizičkih okolnosti materijalnog sveta, različitih percepcija i ličnih racionalnosti koje pripadaju personalnom svetu, i iskrivljavanja, konflikata, interesa relevantnih za društveni svet.

U okviru tipa aktivnosti označenog sa *određivanje*, radi se o opredeljivanju alternativnih fizičkih i strukturalnih aranžmana iz materijalnog sveta, alternativnih konceptualizacija i konstrukcija iz personalnog sveta, i načina zamenjivanja postojećih struktura iz društvenog sveta. Određivanje se, zapravo, odnosi na razvijanje mogućih iskoraka iz postojećeg upravljačkog problemskog područja u preduzeću.

U okviru tipa aktivnosti označenog sa *dejstvovanje*, cilj je da se: u materijalnom svetu - izaberu i implementiraju najbolje alternative, u personalnom svetu - generišu prilagođavanja i gradi konsenzus, i u društvenom svetu - omoguće i podrže osnaživanja i prosvetavanja. Zapravo, dejstvovanje se odnosi na neposredno intervenisanje u odnosnoj problemskoj oblasti u preduzeću.

Razvijeni konceptijski okvir za mapiranje metodologija je, očito, oslonjen na ideju da kreativna intervencija u upravljačkim problemskim područjima u preduzećima podrazumeva bavljenje sa tri različita sveta koji karakterišu kompleksne upravljačke probleme (materijalnim, personalnim i društvenim), i realizovanje četiri različite faze (razumevanje, analiziranje, određivanje i dejstvovanje) procesa intervenisanja u odnosnoj upravljačkoj problemskoj situaciji u preduzeću koja se istražuje i koja se nastoji unaprediti kroz primerenu intervenciju.

Stoga, svako od rezultirajućih 12 "polja" generiše pitanja o posebnim, relevantnim aspektima istraživane upravljačke problemske situacije, tj. intervencije u njoj, kojima se treba baviti. Takva pitanja ne bi trebala biti interpretirana objektivistički, kao pitanja na koje se može odgovoriti nezavisno od agenata - istraživača, menadžera, konsultanata, praktičara - uključenih u istraživanje određene upravljačke problemske situacije i intervenisanje u njoj. Umesto toga, takva pitanja će biti predmet stalnog promišljanja i rasprave između učesnika u istraživanoj strategijskoj problemskoj situaciji preduzeća.

Konceptijski okvir za mapiranje metodologija može biti upotrebljen na različite načine.

Pre svega, moguće je poći od pojedinih metodologija, mapirati ih na dotični okvir, s ciljem utvrđivanja razmera u kojima se one bave opredeljenim pitanjima, a, zatim, proceniti njihovu relativnu snagu u svakom od dvanaest izdvojenih "polja". Shodno navedenom, na primer, metodologija Razvoja i Analize Strategijskih Opcija, s obzirom na oslonjenost na moćnu interpretativnu teoriju i kognitivno mapiranje, može, pre svega, doprineti istraživanju personalne dimenzije i posebno je snažna u fazama intervencije: razumevanje, analiziranje i određivanje obrazaca verovanja pojedinaca, i u pribavljanju obavezanosti na delovanje (kroz udruživanje mapa) (dejstvovanje); istovremeno, ovaj interpretativni sistemski pristup menadžmentu je nemoćan u procenjivanju mogućih alternativa (određivanje). Ili, na primer, Model Sistema Sposobnog da Opstane, kao glavni metodološki instrument Organizacione kibernetike, se - s obzirom na svoju strukturalističko-funkcionalističku utemeljenost - shvata kao prilaz koji se odnosi na materijalni i društveni svet, i koji obezbeđuje takav model organizacione strukture sposobne da opstane koji je zasnovan na nekoj objektivističkoj analizi, i koji, stoga, poseduje moć da analizira slabosti (analiziranje) i da sugerise efektivne alternative (određivanje); s druge strane, reč je o sistemskom razvoju koji se ne bavi stavovima i uverenjima pojedinih učesnika u upravljačkim problemskim situacijama.

Alternativno, opredeljeni konceptijski okvir može biti upotrebljen tako da se polazi od identifikovanih "polja", a, zatim, ispituje koje metodologije mogu biti od pomoći u određenom, posebnom aspektu intervencije, generišući na taj način rang mogućnosti između kojih može biti izvršen izbor. Za kontekst istraživanja, na primer, informacionih sistema, razvijena je određena varijetetnost pristupa istraživanju i intervenisanju. Takva mapiranja mogu biti upotrebljena da bi se dizajnirale efektivne multimetodologije. Reč je o određenom rangu komplementarnih tehnika koji je upotrebljen u fazi razumevanja - statistička analiza, bogate slike Metodologije Soft Sistema, kritičko granična pitanja metodologije Kritička Sistemska Heuristika. U fazi analiziranja upotrebljeni su: kognitivno mapiranje, izvorne definicije i konceptualni modeli, uz izvesnu pomoć Modela Sistema Sposobnog da Opstane. Dakle, fokus je na razvoju odgovarajućeg dizajna multimetodologije koji će biti primeren pojedinoj intervenciji.

Za kontekst dotičnih razmatranja od posebne važnosti je da cilj nije da se metodologije smeštaju u posebna "polja", već da se mapiraju preko svih onih različitih oblasti kojima one mogu doprineti, s tim da je utvrđena i iskazana snaga svakog pojedinog doprinosa. Uz to, precizno raspoređivanje posebne metodologije ili metoda, tj. tehnike smatra se diskutabilnim, jer neki učesnici mogu smatrati da, na primer, tehnike tradicionalnih Operacionih istraživanja, takve kao što je simulacija mogu biti korisne u fazi određivanja, tj. procenjivanju alternativnih društvenih aranžmana i da bi ih, stoga, trebalo locirati u više oblasti dotičnog konceptijskog okvira, a o tome bi, očito, trebalo raspravljati. Takođe, dotični multimetodološki prilaz uključuje mogućnost uzimanja delova metodologija (tehnika) i korišćenje tih delova u okviru neke alternativne paradigmatke perspektive; na primer, Model Sistema Sposobnog da Opstane bi mogao biti upotrebljen kao neki konceptualni model u okviru Metodologije Soft Sistema, da bi se iskazalo neko lično stanovište. Dotični konceptijski okvir mapira metodologije i tehnike shodno tome kako su one izvoreno razvijene, unutar neke posebne paradigme. Uz to, okvir bi mogao biti upotrebljen da bi se mapirali alternativni načini korišćenja metodologija i tehnika.

4. OKVIR ZA DEKOMPONOVANJE METODOLOGIJA

Suštinu multimetodologije predstavlja kombinovanje dve ili više metodologija (celovitih ili njihovih delova), koje mogu pripadati istoj ili različitim paradigmama, u okviru posebne intervencije (Midgley, 1997a, 1-2; 6-8; Midgley, 1997b, 433-436). Takvo opredeljivanje multimetodologije, s jedne strane, oslonjeno je na ideju da metodi, tj. tehnike mogu biti izdvojeni iz jedne metodologije i upotrebljeni u nekoj drugoj metodologiji. S

druge strane, koncept multimetodologije zahteva detaljno proučavanje različitih metodologija da bi se spoznalo gde plodonosne veze mogu biti uspostavljene.

Pre svega, reč je o takvom prenosu koji će očuvati određenu izvornu funkciju, na primer, korišćenje kognitivnog mapiranja, kao tehnike metodologije Razvoj i Analiza Strategijskih Opcija, u okviru Metodologije Soft Sistema, da bi se istražili stavovi učesnika u razmatranoj upravljačkoj problemskoj situaciji u organizaciji; pri tome, dotične dve metodologije pripadaju istoj, interpretativnoj paradigmi. Ili, na primer, neka od tehnika Sistemske Dinamike - recimo, dijagram uzročne povezanosti, može biti upotrebljena u Modelu Sistema Sposobnog da Opstane, kao instrumentu Organizacione kibernetike, s tim da obe metodologije pripadaju istoj, strukturalističko funkcionalističkoj paradigmi.

Međutim, s druge strane, moguće je preneti neku metodologiju ili njen pridruženi metod, tj. tehniku u ambijent koji pravi drugačije paradigmatске pretpostavke. Na primer, neka od tehnika metodologije Identifikovanje i Testiranje Strategijskih Pretpostavki, koja pripada interpretativnoj paradigmi, može biti upotrebljena u Modelu Sistema Sposobnog da Opstane, kao instrumentu Organizacione kibernetike, koja pripada drugačijoj, strukturalističko-funkcionalističkoj paradigmi. Isto tako, neki model metodologije Sistemska Dinamika, iako pripada strukturalističko-funkcionalističkoj paradigmi, može biti shvaćen kao neki model realnosti, odnosno, kao instrument pozitivističko, tj. empirijsko funkcionalističke paradigme. Ili, na primer, neki model metodologije Sistemska Dinamika, iako pripada strukturalističko-funkcionalističkoj paradigmi, može biti tretiran kao neka detaljna i dinamička kognitivna mapa, dakle, kao instrument interpretativne paradigme, kojoj, zapravo, pripada metodologija Razvoj i Analiza Strategijskih Opcija, i njen ključni instrument - kognitivno mapiranje. Ili, na primer, neka izvorna definicija i konceptualni model, kao odgovarajući instrumenti Metodologije Soft Sistema, koja pripada interpretativnoj paradigmi, za koje se uobičajeno pretpostavlja da se odnose na pojmovne sisteme, bi mogli biti upotrebljeni kao odgovarajuća osnova za određeni dizajn nekog stvarnog, delatnog sistema realnog sveta, dakle, u okviru odgovarajuće metodologije pozitivističko-funkcionalističke paradigme.

Za data razmatranja je od posebne važnosti istraživanje uslova, načina i dometa korišćenja metodologija, metoda, tehnika, modela za svrhe za koje nisu izvorno opredeljeni. Ovaj proces povezivanja zahteva da metodologije budu dekomponovane na odgovarajući, sistematičan način da bi se identifikovali odvojivi elementi i njihove funkcije ili svrhe. Predlaže se da ovo može biti učinjeno u odnosu na određena, prethodno skicirana razlikovanja između filozofskih principa (zašto), metodoloških faza (šta), i tehnika (kako). U primarnom fokusu neke metodologije su njene etape; reč je o odgovarajućem konceptualnom iskazu onoga šta treba biti učinjeno. Etape metodologije su opravdane uz pomoć određenih principa, i ostvarene uz pomoć nekog skupa aktivnosti ili tehnika. Odnosno, metodologija se uvek nalazi između teorije (koja je u njoj otelotvorena), tj. principa (filozofskih - ontoloških, epistemoloških i aksioloških) (koji su u nju ugrađeni), s jedne strane, i prakse (na koju se metodologija primenjuje) i tehnika (koje su - kao instrumenti nižeg reda - ugrađene u nju, s druge strane. Uz to, tehnike mogu biti komplementarne jedna s drugom, u smislu da se mora pojaviti njih nekoliko, ili mogu biti supstituti, s tim da je bilo koja potencijalno zadovoljavajuća.

Dekomponovanje, tj. rastavljanje je moguće izvršiti na nivou tehnika, ili na nivou metodoloških etapa. Odvajanje na nivou tehnika je jednostavnije i posebno korisno u metodološkom unapređivanju. Iako određena tehnika poseduje posebnu svrhu, tj. cilj, odnosno, učinak, tj. rezultat to treba biti interpretirano u okviru konteksta posebne metodološke etape koja se realizuje. Stoga, prilikom premeštanja neke tehnike iz jedne metodologije (i moguće paradigme) u drugu, njen kontekst i interpretacija mogu biti promenjeni. Na primer, ukoliko je neki model metodologije Sistemska Dinamika izgrađen kao deo *hard* metodologije, koja pripada funkcionalističkoj paradigmi, onda će njen kontekst dovesti do rezultata koji se interpretiraju kao odgovarajući model realnosti. Ukoliko je taj model izdvojen i upotrebljen u okviru nekog *soft* ambijenta, odnosno, kao deo neke metodologije koja pripada interpretativnoj paradigmi, onda će taj model biti protumačen kao odgovarajući model nekog pojmovnog sistema. Proces građenja modela će u suštini biti isti, mada će prethodna etapa generisanja inputa u određeni model biti drugačija.

Za ilustraciju dekomponovanja metodologija, može biti razvijena odgovarajuća dekompozicija metodologije Identifikovanje i Testiranje Strategijskih Pretpostavki. Dotičnim dekomponovanjem treba biti pokazana, pre svega, odnosna interpretativna paradigma, tj. njeni filozofski - ontološki, epistemološki i aksiološki - principi, zatim, sama metodologija, tj. njene metodološke etape - I) Formiranje grupa, II) Identifikovanje pretpostavki, III) Dijalektička debata, i IV) Sinteza, zatim, korespondentne tehnike - 1. Analiza stakeholder-a, 2. Specificiranje pretpostavki, i 3. Procenjivanje pretpostavki, i odgovarajući posebni instrumenti - prevashodno, Karta procenjivanja pretpostavki. U okviru tehnika i instrumenata, mogu biti dodate odgovarajuće tehnike i instrumenti iz drugih metodologija, koje mogu pripadati istoj, interpretativnoj, ili drugim paradigmama; na primer: kognitivno mapiranje i COPE iz metodologije Razvoj i Analiza Strategijskih pretpostavki (ista - interpretativna paradigma), bogate slike iz Metodologije Soft Sistema (ista -

interpretativna paradigma), Model Sistema Sposobnog da Opstane (drugačija - funkcionalistička paradigma), tehnike Metodologije kompleksnosti (drugačija - funkcionalistička paradigma), dvanaest kritičkih graničnih pitanja iz metodologije Kritička Heuristika Sistema (drugačija - emancipatorna paradigma). Uz ovo, od posebne važnosti je da svaka od izdvojenih tehnika, odnosno, svaki od instrumenata mora biti pridružen jednoj od etapa dotične metodologije.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu prezentiranih razmatranja, može se, pre svega, smatrati da je glavna hipoteza rada potvrđena kroz proces istraživanja. Naime, oslanjajući se na moćan konceptijsko-teorijski okvir kritičkog pluralizma, multimetodologija, kao zaseban kritičko pluralistički razvoj može biti argumentovano upotrebljena u kreativnom bavljenju strategijskim problemskim područjima u organizacijama. Odnosno, kao iskaz metodološkog pluralizma u okviru kritičkog sistemskog mišljenja, multimetodologija - kroz primerenu primenu - pruža podršku efektivnom i efikasnom unapređivanju upravljanja strategijskim problemima u preduzećima.

Ključno ograničenje sprovedenog istraživanja ogleda se u činjenici da prezentirana razmatranja konceptijskih, metodološko-metodskih aspekata multimetodologije nisu praćena preispitivanjem uslova i dometa neposrednog korišćenja multimetodologije u konkretnoj upravljačkoj problemskoj situaciji u nekom preduzeću. Upravo ovo ograničenje će predstavljati predmet budućih istraživanja. Takođe, kao posebno relevantno za buduća istraživanja izdvaja se otvoreno pitanje utemeljenosti kombinovanja metodologija koje pripadaju različitim paradigmatama, jer je svaka od paradigmi zasnovana na drugačijim filozofskim pretpostavkama o relevantnim entitetima, načinima generisanja znanja i vrednosnim sistemima.

Dobijeni rezultati istraživanja ukazuju na opravdanost i potrebu korišćenja multimetodologije u bavljenju složenim i višeznačnim upravljačkim problemima u preduzećima. U kritičkom korišćenju multimetodologije, od važnosti je da će promene i unapređivanje biti lokalnog karaktera, zavisno od konteksta, i da impliciraju otelotvorene aktivnosti agenata. Podrazumevaju se četiri etape kritičkog promišljanja: razumevanje problemske situacije kakva ona jeste, analiziranje zašto je ona takva, procenjivanje kako situacija može biti drugačija, i delovanje usmereno na generisanje unapređujućih promena. Proces kritičke multimetodologije je neprekidni ciklus promišljanja, prosuđivanja, i delovanja, u kome se kombinuju metodologije i tehnike za koje se smatra da su primerene situaciji i da zajedno mogu podržati njeno unapređivanje.

LITERATURA

- [1] Jackson, M.C. (2003). *Systems Thinking: Creative Holism for Managers*. Chichester: Wiley.
- [2] Jackson, M.C. (2010). Reflections on the development and contribution of critical systems thinking and practice. *Systems Research and Behavioral Science*, 27(2), 133-139.
- [3] Mingers, J. (1997a). Multi-paradigm Multimethodology. In J. Mingers, & A. Gill (Eds.), *Multimethodology: The Theory and Practice of Combining Management Science Methodologies* (1-20). Chichester: Wiley.
- [4] Mingers, J. (1997b). Towards Critical Pluralism. In J. Mingers, & A. Gill (Eds.), *Multimethodology: The Theory and Practice of Combining Management Science Methodologies* (407-440). Chichester: Wiley.
- [5] Mingers, J. (2006). *Raelising Systems Thinking: Knowledge and Action in Management Science*. New York: Springer.
- [6] Mingers, J., & White, L. (2010). A review of the recent contribution of systems thinking to operational research and management science. *European Journal of Operational Research*, 207(3), 1147-1161.
- [7] Petrovic, S.P. (2012a). A Critical Systems Metamethodology for Problem Situation Structuring. *International Journal of Decision Support Systems Technology*, 4(1), 1-13.
- [8] Petrovic, S.P. (2012b). Pluralism in structuring the management problem situations. *Teme*, 36(2), 797-814.
- [9] Ulrich, W. (2012). Operational research and critical systems thinking - an integrated perspective Part 1: OR as applied systems thinking. *Journal of the Operational Research Society*, 63(9), 1228-1247.
- [10] Zhu, Z. (2011). After paradigm: why mixing-methodology theorising fails and how to make it work again. *Journal of the Operational research Society*, 62(4), 784-796.



PROPORTION OF A COLLABORATIVE PUBLICATIONS AS AN ULTIMATE INDICATOR OF LEIDEN 2013 WORLD BEST UNIVERSITIES RANKINGS

VELJKO JEREMIĆ, NIKOLA ZORNIĆ, MARINA JOVANOVIĆ-MILENKOVIĆ, ALEKSANDAR MARKOVIĆ, ZORAN RADOJIČIĆ

Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, veljko.jeremic@fon.bg.ac.rs, nikolazornic@live.com, marinaj@fon.rs, aleksandar.markovic@fon.bg.ac.rs, zoran.radojicic@fon.bg.ac.rs

Abstract: *In recent years different models for ranking universities were introduced, each of them contributing immensely to the topic of university rankings. This paper will provide an overview of currently most popular rankings methods and in particular provide a thorough analysis of Leiden ranking methodology. Although providing valuable data, Leiden rankings fail to present integrated indicator which can rank universities accordingly (characteristics of ARWU and THE ranking methodologies). As a remedy to the issue, by using statistical I-distance method we will integrate all the Leiden 2013 rankings indicators into one value, which will therefore represent a rank. Moreover, our results will provide us with the information which of the input indicators is the most important one for the process of ranking. Our results clearly showed that Proportion of collaborative publications occupies the most significant spot. Moreover, performances of Universities of Ljubljana, Zagreb and Belgrade are presented and elaborated upon.*

Keywords: *Ranking of Universities, The I-distance Method, Leiden 2013 Rankings, Statistical Methods.*

1. INTRODUCTION

Increasing number of methodologies for ranking higher education institutions (HEI) has attracted many different stakeholders, especially students. Consequently, those rankings are quite often used as an indicator of a university's reputation and performance (Bowman and Bastedo 2011, Garcia et al. 2012). Almost certainly, the most cited ranking list is the Academic Ranking of World Universities (ARWU) which has been the focus of researchers since its first creation in 2003 (Aguillo et al. 2010, Docampo et al. 2012).

The Shanghai (ARWU) ranking is based on six different criteria and aims to measure academic performance. Within each category, the best performing university is given a score of 100 and becomes the benchmark against which the scores of all other universities are to be measured. Universities are then ranked according to the overall score they obtain, which is simply a weighted average of their individual category scores (Dehon et al. 2010). The variables "Alumni" and "Award" measure the number of Nobel prizes and Field medals won by a university's alumni ("Alumni") or faculty members who worked at an institution at the time of winning the prizes ("Award"). The next three variables, "HiCi", "N&S" and "PUB" reflect their researchers output. "HiCi" is the number of highly cited researchers of the institution, "N&S" is the number of articles published in "Nature" and "Science" journals, and "PUB" is the number of articles indexed in the Science Citation Index Expanded and the Social Science Citation Index. The sixth and final variable, "PCP", is a weighted average of all the scores obtained from the previous five categories, divided by the number of current full-time equivalent academic staff members. The variables "Award", "HiCi", "N&S" and "PUB" each make up 20% of the final score, while "Alumni" and "PCP" are each given a slightly lower weight of 10% (Dehon et al. 2010, Jeremic et al. 2011, Jovanovic et al. 2012).

Yet, almost immediately after the release of its first ranking, the ARWU attracted a great deal of criticism concerning arbitrary chosen weighting factors, favouring Nature & Science journals or generally comments that ARWU ranking mainly reflects the size of a university (Zitt and Filliatreau 2007, Docampo 2013, Billaut et al. 2010). One of the potential weaknesses frequently elaborated (Prathap 2012, 2013, Radojicic and Jeremic 2012) is absence of scientific quality indicators such as high quality papers (as those ranked in the first quartile ~ 25% ~ in their categories) etc. Thus, the latest release of the SCImago Institutions Rankings (SIR) IBER Reports (SIR 2013), which quantifies the research performance of 1600 leading research institutions of Ibero-American countries, brings even more to the table.

The SIR approach integrates one quantitative and various qualitative variables. Output (O) indicator is a measure of the quantity or size of the publication output of an institution. It represents the Total number of documents published in scholarly journals indexed in Scopus (Romo-Fernández et al. 2011). Seven other

variables represent quality dimension of scientific output: International Collaboration (IC), Normalized Impact (NI), High Quality Publications (Q1), Specialization Index (SI), Excellence Rate (ER), Scientific Lead (Lead) and Excellence with Leadership (EwL). IC represents institution's output ratio produced in collaboration with foreign institutions (Lancho-Barrantes et al. 2013). NI compares the average scientific impact of the institution with the world average (SIR 2013). Also, Q1 is the ratio of publications that the institution publishes in what the SCImago team takes as the most influential scholarly journals of the world (Miguel et al. 2011). SI indicates the extent of thematic concentration/dispersion of an institution's scientific output (López-Illescas et al. 2011). On the other hand, ER indicates the percentage of an institution's scientific output that is included into the set formed by 10% of the most cited papers in their respective scientific fields (a measure of the high-quality output of research institutions), as explained by Bornmann (Bornmann et al. 2012). Additionally, Lead indicates an institution's "output as main contributor", that is the number of papers in which the corresponding author belongs to the institution (Moya-Anegón 2012). Finally, EwL indicates the amount of documents in the Excellence rate in which the institution is the main contributor (SIR 2013).

However, despite all the similarities between SCImago and CWTS Leiden methodologies (both of them are based on bibliometric data, both rankings focus on the research performance of institutions), there are also a number of substantial differences between the SIR and the Leiden Ranking (Waltman et al. 2012). The SIR ranking is based on the Scopus database, while the Leiden Ranking uses Thomson Reuters WoS. In addition, in Leiden ranking the journals which are not published in English or authors are concentrated in one or a few countries (the journal does not have a strong international scope) and the journals with a small number of references to other journals in the Web of Science database are being excluded from the analysis (Waltman et al. 2012). In addition, the Leiden Ranking excludes arts and humanities publications. Also, the Leiden Ranking provides perspective on the advanced distance based collaboration indicators. Moreover, the Leiden Ranking by default reports size-independent indicators (average statistics per publication, such as a university's average number of citations per publication). The advantage of size-independent indicators is that they enable comparisons between smaller and larger universities (Leiden 2013). As an alternative to size-independent indicators, the Leiden Ranking can also report size-dependent indicators, which provide overall statistics of the publications of a university (the total number of citations of the publications of a university). Size-dependent indicators are strongly influenced by the size of a university and therefore tend to be less useful for comparison purposes (Waltman et al. 2012).

The Leiden 2013 Ranking offers the indicators of the scientific impact (citations are counted until the end of 2012; with author self citations being excluded) and scientific collaboration of a university:

- *MCS (mean citation score)*. The average number of citations of the publications of a university.
- *MNCS (mean normalized citation score)*. The average number of citations of the publications of a university, normalized for field differences and publication year. An MNCS value of two for instance means that the publications of a university have been cited twice above world average.
- *PP(top 10%) (proportion of top 10% publications)*. The proportion of the publications of a university that, compared with other publications in the same field and in the same year, belong to the top 10% most frequently cited (Leiden 2013).
- *PP(collab) (proportion of interinstitutional collaborative publications)*. The proportion of the publications of a university that have been co-authored with one or more other organizations.
- *PP(int collab) (proportion of international collaborative publications)*. The proportion of the publications of a university that have been co-authored by two or more countries.
- *PP(UI collab) (proportion of collaborative publications with industry)*. The proportion of the publications of a university that have been co-authored with one or more industrial partners.
- *MGCD (mean geographical collaboration distance)*. The average geographical collaboration distance (in km) of the publications of a university, where the geographical collaboration distance of a publication equals the largest geographical distance between two addresses mentioned in the publication's address list (Leiden 2013).

Although Leiden rankings provide plenty of data concerning world class universities, it fails to deliver integrated indicator which will therefore represent a rank of university (as already done by ARWU and Times Higher Education). Having said this, it is essential to provide a potential upgrade of current framework and create synthesised indicator which will incorporate both the scientific impact and collaboration dimensions of Leiden 2013 Rankings. Further, it is vital to conclude which one of these dimensions provides better insight into scientific excellence of a HEI. As a possible remedy to the issue, statistical I-distance method is elaborated and applied.

2. I-DISTANCE METHOD

Quite frequently, the ranking of specific marks is done in such a way that it can seriously affect the process of taking exams, entering competitions, UN participation, medicine selection and many other areas (Jeremic and Radojicic 2010). I-distance is a metric distance in an n-dimensional space. It was originally proposed and defined by B. Ivanovic, and has appeared in various publications since 1963 (Ivanovic 1977). Ivanovic devised this method to rank countries according to their level of development on the basis of several indicators; many socio-economic development indicators had been considered and the problem was how to use all of them in order to calculate a single synthetic indicator which would thereafter represent the rank.

For a selected set of variables $X^T = (X_1, X_2, \dots, X_k)$ chosen to characterize the entities, the I-distance between the two entities $e_r = (x_{1r}, x_{2r}, \dots, x_{kr})$ and $e_s = (x_{1s}, x_{2s}, \dots, x_{ks})$ is defined as

$$D(r, s) = \sum_{i=1}^k \frac{|d_i(r, s)|}{\sigma_i} \prod_{j=1}^{i-1} (1 - r_{ji.12\dots j-1}) \quad (1)$$

where $d_i(r, s)$ is the distance between the values of variable X_i for e_r and e_s , e.g. the discriminate effect,

$$d_i(r, s) = x_{ir} - x_{is}, \quad i \in \{1, \dots, k\} \quad (2)$$

σ_i the standard deviation of X_i , and $r_{ji.12\dots j-1}$ is a partial coefficient of the correlation between X_i and X_j , ($j < i$), (Bulajic et al. 2012, Dobrota et al. 2012).

The construction of the I-distance is iterative; it is calculated through the following steps:

- Calculate the value of the discriminate effect of the variable X_1 (the most significant variable, that which provides the largest amount of information on the phenomena that are to be ranked)
- Add the value of the discriminate effect of X_2 which is not covered by X_1
- Add the value of the discriminate effect of X_3 which is not covered by X_1 and X_2
- Repeat the procedure for all variables (Jeremic et al. 2012, Radojicic et al. 2012).

Sometimes, it is not possible to achieve the same sign mark for all variables in all sets, and, as a result, a negative correlation coefficient and a negative coefficient of partial correlation may occur (Jeremic et al. 2011, Maletic et al. 2012). This makes the use of the square I-distance even more desirable. The square I-distance is given as:

$$D^2(r, s) = \sum_{i=1}^k \frac{d_i^2(r, s)}{\sigma_i^2} \prod_{j=1}^{i-1} (1 - r_{ji.12\dots j-1}^2) \quad (3)$$

In order to rank the entities (in this case, universities), it is necessary to have one entity fixed as a referent in the observing set using the I-distance methodology (Jeremic et al. 2012, Jovanovic et al. 2012). The entity with the minimal value for each indicator or a fictive minimal entity should be utilized as the referent entity, as the ranking of the entities in the set is based on the calculated distance from the referent entity (Seke et al. 2013).

3. RESULTS OF THE I-DISTANCE METHOD

For this study, the latest release of the CWTS Leiden Rankings 2013 (Leiden 2013) was analyzed. Based on Web of Science indexed publications from the period 2008-2011, 500 major universities worldwide are evaluated. Official data was obtained and examined using the I-distance method. The results achieved by means of the square I-distance method and the first twenty HEI are shown below in Table 1.

As can be seen from Table 1, Harvard University tops the I-distance method list. This University has impressive numbers for the each of the observed indicators. One should note that the London School of Hygiene & Tropical Medicine is highly placed (2nd spot), although it has rather small number of published papers. Precisely this information is crucial since it is essential to elaborate other variables in which the London School of Hygiene & Tropical Medicine impresses.

Table 1. Results of the square I-distance Method for HEI provided in CWTS Leiden Rankings 2013 (first 20 placed HEI)

HEI	Country	I-distance	Rank I-distance
Harvard Univ	United States	142.247	1
London Sch Hyg & Trop Med	United Kingdom	91.868	2
Caltech	United States	84.655	3
MIT	United States	83.088	4
Humboldt-Univ Berlin	Germany	78.466	5
Stanford Univ	United States	78.246	6
Freie Univ Berlin	Germany	77.469	7
Univ Calif - Santa Cruz	United States	72.091	8
Univ Calif - Berkeley	United States	70.975	9
Paris Diderot Univ	France	70.056	10
Univ Göttingen	Germany	70.03	11
Univ Lübeck	Germany	69.838	12
Univ Trieste	Italy	69.329	13
Univ Calif - San Francisco	United States	69.03	14
Univ Calif - Los Angeles	United States	69.004	15
Univ Cape Town	South Africa	68.411	16
Univ Melbourne	Australia	66.363	17
Univ Calif - San Diego	United States	66.342	18
Univ Pierre & Marie Curie	France	66.131	19
Univ Oxford	United Kingdom	65.921	20
-----	-----	-----	----
Univ Ljubljana	Slovenia	22.266	411
Univ Zagreb	Croatia	20.482	426
Univ Belgrade	Serbia	15.910	451

For instance, in scientific collaboration indicators such as *Proportion of collaborative publications PP(collab)* (91.2) and *Proportion of international collaborative publications PP(int collab)* (70.9), the London School of Hygiene & Tropical Medicine is one of the Top 5 universities. Consequently, it is essential to determine which of the nine input indicators is the most important for the process of ranking. Thus, this data set has been further examined and the correlation coefficients of each variable with the I-distance values have been determined. The results shown in Table 2 demonstrate that the most significant variable for the calculated I-distance value is the *Proportion of collaborative publications PP(collab)*. This correlates highly with the I-distance value ($r=0.746$, $p<0.01$). Also, *Mean citation score (MCS)* and *Mean normalized citation score (MNCS)* are very important indicators with each correlation stronger than 0.6 ($p<0.01$).

Table 2. The Correlation between Input Variables and I-distance Values

	I-distance
Proportion of collaborative publications PP(collab)	0.746**
Mean citation score (MCS)	0.692**
Mean normalized citation score (MNCS)	0.607**
Proportion of top 10% publications PP(top10%)	0.592**
Proportion of international collaborative publications PP(int collab)	0.579**
Proportion of collaborative publications with industry PP(UI collab)	0.507**
Mean geographical collaboration distance (MGCD)	0.476**
Number of publications P(collab)	0.467**
Number of publications P(impact)	0.357*

** $p<0.01$, * $p<0.05$

4. CONCLUDING REMARKS

Emerging number of world best universities ranking methodologies is pushing the academic world into becoming even more concerned with the assessment of higher education. With these rankings often used as a marketing tool for universities to show their educational or research excellence, necessity to provide rankings as accurate as possible becomes exceptionally important (Radojicic and Jeremic 2012). As a potential remedy to this issue, the analysis presented here has stressed out potential improvements in the CWTS Leiden Rankings methodology. In addition, our analysis focuses on the performance of former Yugoslavia universities and University of Ljubljana leads the way. Although University of Belgrade has a larger number of published papers (which is also noted in ARWU 2012 ranking list), in other indicators it is far worse than Ljubljana. For instance, with *Mean citation score (MCS)* of 2.5 (compared with Ljubljana's 3.1) and *Proportion of collaborative publications with industry PP(UI collab)* of 3.4 (compared with Zagreb's 6.9 and Ljubljana's 6.5), University of Belgrade is far from achieving position of scientific excellence. It is essential to mention that many of the journals indexed in WoS (included into ARWU 2012, but not in Leiden 2013 ranking list) in which significant number of Serbian academicians published their papers have been excluded by CWTS Leiden 2013, since those journals are concentrated on the authors from one or a few countries (journal does not have a strong international scope) or the journal with a small number of references to other journals in the WoS database (indicating that in terms of citation traffic the journal is only weakly connected to these other journals). Having said this, it is vital for University of Belgrade to focus on more prestigious journals and published their work in those types of scientific publications.

REFERENCES

- [1] Aguillo, I., Bar-Ilan, J., Levene, M., & Ortega, J.L. (2010). Comparing university rankings. *Scientometrics*, 85(1), 243–256. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-010-0190-z>
- [2] Billaut, J. C., Bouyssou, D., & Vincke, P. (2010). Should you believe in the Shanghai ranking: An MCDM view. *Scientometrics*, 84(1), 237–263. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-009-0115-x>
- [3] Bornmann, L., De Moya Anegón, F., Leydesdorff, L. (2012) The new Excellence Indicator in the World Report of the SCImago Institutions Rankings 2011. *Journal of Informetrics*, 6 (2), pp. 333-335. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joi.2011.11.006>
- [4] Bowman, N., & Bastedo, M. (2011). Anchoring effects in world university rankings: exploring biases in reputation scores. *Higher Education*, 61(4), 431-444. <http://dx.doi.org/10.1007/s10734-010-9339-1>
- [5] Bulajic, M., Knezevic, S., Jeremic, V., & Zarkic-Joksimovic, N. (2012). Towards a framework for evaluating bank efficiency. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, 8(2), 377-384.
- [6] Dehon, C., McCathie, A., & Verardi, V. (2010). Uncovering excellence in academic rankings: A closer look at the Shanghai ranking. *Scientometrics*, 83(2), 515–524. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-009-0076-0>
- [7] Dobrota, M., Jeremic, V., & Markovic, A. (2012). A new perspective on the ICT Development Index. *Information Development*, 28(4), 271-280. <http://dx.doi.org/10.1177/0266666912446497>
- [8] Docampo, D., Herrera, F., Luque-Martinez, T., Torres-Salinas, D. (2012). Aggregate ranking of Spain's universities in the Shanghai Ranking (ARWU): Effect on autonomous communities and campuses of international excellence. *Profesional de la Informacion*, 21(4), 428-432, <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2012.jul.16>
- [9] Docampo, D. (2013). Reproducibility of the Shanghai academic ranking of world universities, *Scientometrics*, 94(2), 567-587. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-012-0801-y>
- [10] García, J.A., Rodríguez-Sánchez, R., Fdez-Valdivia, J., Torres-Salinas, D., Herrera, F. (2012). Ranking of research output of universities on the basis of the multidimensional prestige of influential fields: Spanish universities as a case of study. *Scientometrics*, 93(3), 1081-1099, <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-012-0740-7>.
- [11] Ivanovic, B. (1977). *Classification Theory*. Belgrade: Institute for Industrial Economics.
- [12] Jeremic, V., & Radojicic, Z. (2010). A New Approach in the Evaluation of Team Chess Championships Rankings. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 6(3). <http://dx.doi.org/10.2202/1559-0410.1257>

- [13] Jeremic, V., Bulajic, M., Martic, M. and Radojicic, Z. (2011). A fresh approach to evaluating the academic ranking of world universities. *Scientometrics*, 87(3), 587-596. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-011-0361-6>
- [14] Jeremic, V., Bulajic, M., Martic, M., Markovic, A., Savic, G., Jeremic, D. and Z. Radojicic (2012). An Evaluation of European Countries' Health Systems through Distance Based Analysis. *Hippokratia*, 16(2), 170-174.
- [15] Jovanovic, M., Jeremic, V., Savic, G., Bulajic, M., & Martic, M. (2012). How does the normalization of data affects the ARWU ranking? *Scientometrics*, 93(2), 319-327. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-012-0674-0>
- [16] Lancho-Barrantes, B.S., Guerrero-Bote, V.P., de Moya-Anegón, F. (2013) Citation increments between collaborating countries. *Scientometrics*, 94(3), pp. 817-831. <http://dx.doi.org/1002/asi.22754>
- [17] Leiden (2013). CWTS Leiden 2013 Rankings list and methodology, Available at <http://www.leidenranking.com/>
- [18] Lopez-Illescas, C., de Moya-Anegón, F., Moed, H.F. (2011) A ranking of universities should account for differences in their disciplinary specialization. *Scientometrics*, 88(2), 563-574. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-011-0398-6>
- [19] Maletic, P., Kreca, M., Jeremic, V., Bulajic, M., & Djokovic, A. (2012). The Ranking of Municipalities in Serbia through the Development Level of SME in Agribusiness. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, 8(1), 7-13.
- [20] Miguel, S., Chinchilla-Rodríguez, Z., Moya-Anegón, F. (2011) Open Access and Scopus: A New Approach to Scientific From the Standpoint of Access. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(6), 1130-1145. <http://dx.doi.org/10.1002/asi.21532>
- [21] Moya-Anegón, F. Liderazgo y excelencia de la ciencia española (2012) *Profesional de la Información*, 21(2), 125-128, <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2012.mar.01>
- [22] Prathap, G. (2012). The research performance of top Indian and Chinese higher education institutions compared. *Current Science*, 102(6), 827.
- [23] Prathap, G. (2013). Top Indian higher education institutions and the Leiden SCImago rankings. *Current Science*, 104(4), 407-408.
- [24] Radojicic, Z., Islamovic, S., Petrovic, N., & Jeremic, V. (2012). A novel approach to evaluating sustainable development. *Problemy Ekorozwoju - Problems of Sustainable Development*, 7(1), 81-85.
- [25] Radojicic, Z., & Jeremic, V. (2012). Quantity or quality: What matters more in ranking higher education institutions? *Current Science*, 103(2), 158-162.
- [26] Romo-Fernández, L.M., Lopez-Pujalte, C., Guerrero Bote, V.P., Moya-Anegon, F. (2011) Analysis of Europe's scientific production on renewable energies. *Renewable Energy*, 36(9), 2529-2537. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.020>
- [27] Seke, K., Petrovic, N., Jeremic, V., Vukmirovic, J., Kilibarda, B., & Martic, M. (2013). Sustainable development and public health: rating European countries. *BMC Public Health*, 13(77), <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-13-77>
- [28] SIR (2013). SCImago Institutions Rankings (SIR) IBER Reports. Available at <http://www.scimagoir.com>
- [29] Waltman, L., Calero-Medina, C., Kosten, J., Noyons, E., Tijssen, R., van Eck, J., van Leeuwen, T., van Raan, A., Visser, M., & Wouters, P. (2012). The Leiden Ranking 2011/2012: Data Collection, Indicators, and Interpretation. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(12):2419–2432. DOI: 10.1002/asi.22708
- [30] Zitt, M., & Filliatreau, G. (2007). Big is (made) beautiful: Some comments about the Shanghai ranking of world-class universities. In J. Sadlak, & N.C. Liu (Eds.), *The world-class university and ranking: Aiming beyond status* (pp. 141–160). UNESCO-CEPES, Institute of Higher Education, Shanghai Jiao Tong University, and Cluj University Press.



METOD KOUČINGA U RADNIM ORGANIZACIJAMA

COACHING METHOD IN WORK ORGANIZATIONS

ELISAVETA SARDŽOSKA

Filozofski fakultet, Skopje, elisasar2004@yahoo.com

Rezime: *U ovom radu je objašnjen značaj koji koučing metod ima za psihološki razvoj ličnosti i za razvoj mekih veština kod menadžera i kod nemanadžera u radnim organizacijama. Koučing metod je ilustrovan na uzorku od 31 nastavnika u osnovnom obrazovanju u Makedoniji koji su dobili različite ocene radne performanse. Primenom adekvatnih skala autora Moosa ispitane su percepcije radnih aspekata koje imaju uticaja na radnu performansu nastavnika. Posebno za nastavnike koji su dobili niže ocene za radnu performansu predložena je koučing sesija u cilju utvrđivanja i otklanjanja uzroka za tako smanjenu performansu kao i za povećanje njihovog ličnog razvoja.*

Ključne reči: *Koučing, radna performans, psihološki razvoj.*

Abstract: *This paper explains the importance of coaching method for personal psychological growth and for soft skills development among managers and non-managers in work organizations. Coaching method is illustrated on the sample of 31 teachers in primary education in Macedonia getting different appraisals of work performance. Respective Moos's scales were applied to study work aspect's perceptions having an impact on teachers' work performance. Coaching session is proposed especially for teachers with lower work performance appraisals in order reasons of declined performance to be detected and eliminated as well as their personal growth to be enhanced.*

Keywords: *Coaching, work performance, psychological growth.*

1. UVOD

Da bi današnje organizacije imale konkurentne proizvode i usluge i diferencijalnu prednost na nacionalnom i internacionalnom tržištu neophodno postaje da raspolažu, osim sa materijalnim i sa tehničkim resursima, još i sa jakim ljudskim potencijalom koji može da odgovori na sve izazove u novoj informatičkoj eri. Čini se da je zaposlenima sve više potreban kontinuirani psihološki razvoj kojim se omogućava njihov lični i profesionalni razvoj i postizanje individualnih kao i organizacionih ciljeva. Metod kojim se postiže psihološki razvoj zaposlenih u toku njihove profesionalne karijere naziva se koučing u radnim organizacijama. Do brzog prihvatanja koučing metoda u organizacijama je došlo usled dva međusobno povezana faktora. Prvi faktor odnosi se na prirodu rapidnih promena vremena u kojem živimo i radimo što dovodi do zahteva da ljudi budu konstantno u stanju kontinuiranog učenja dok drugi faktor predstavlja prirodu samog koučing metoda kao efikasnog sredstva za lični razvoj i za povećanje performanse, videti Somers (2005). Koučing metod u radnim organizacijama istovremeno je fokusiran i na performansu i na ljude u cilju njihovog uzajamnog usaglašavanja (balansa) čime se postiže održiva visoka performans u klimi u kojoj postoji zadovoljstvo i uživanje prilikom rada i učenja na radnim mestima. Koučing oslobađa unutrašnje potencijale individua od prepreka (interferencija) koje proizilaze iz same ličnosti i iz njene organizacione okoline pri čemu spoljašnje interferencije nastaju zbog neadekvatnog menadžiranja, restriktivnih politika i procedura, kulture optuživanja, neprihvatanja ideja, nedostatka povoljnih mogućnosti dok unutrašnje interferencije nastaju usled negativnog prošlog iskustva individue, negativnih očekivanja, negativnog mišljenja o sebi, straha od neuspeha.

Neophodni preduslovi za postizanje održive performanse jesu *verovanje, želja i volja* zbog toga što ljudi rade dobro kada veruju da zaista mogu to i da postignu, kada zaista to i žele, i kada imaju volju za takvo nešto. Performansa se može odnositi na ciljeve koje treba postići, prodaje koje treba realizovati, troškove koje treba održati, promene koje treba sprovesti, politike koje treba primeniti i.t.d. Obučavanje, za razliku od koučinga, koncentriše se na to da ljudi steknu određene veštine i znanja koja su im potrebna za obavljanje konkretnog posla. Koučing opet olakšava proces učenja ljudi što ima trajniji efekat i omogućava

da njihovi talenti dođu do punog izražaja. Koučing tako otkriva ljudima njihove dotad skrivene potencijale i talente kojima oni mogu da prošire svoja znanja i veštine rešavajući bolje sve probleme, a time i oni sami postaju efikasniji i život im postaje kvalitetniji.

Da bi bilo moguće primeniti koučing metod u radnim organizacijama, najpre je potrebno da se menadžeri istim metodom osposobe da postanu bolji prilikom rešavanja problema, donošenja odluka, upravljanja konfliktima, generiranja novih ideja i sprovođenja promena u organizacijama. Tako, sa koučingom oni povećavaju svoje meke veštine (samosvesnost, fleksibilnost, interpersonalno sporazumevanje, konceptualno mišljenje) i time nadograđuju tehničke veštine koje su stekle kroz druge forme obuka ili preko formalnog obrazovanja. Za sprovođenje koučinga glavnih i srednjih menadžera u radnim organizacijama angažuju se spoljašnji profesionalni kouči ili treneri iz koučing centara koji postoje u velikim firmama kao što su Simens, Mercedes, Folksvagen, Erikson i dr. Nakon realizacije koučinga kod menadžera, oni i sami mogu da budu koučeri za zaposlene što se u praksi i realizuje obzirom da više od 70% poslodavaca nude koučing usluge njihovim zaposlenim, videti McKenna (2000). Ove usluge obuhvataju primenu *vitalnih kompetencija* menadžera koje opet sačinjavaju delegiranje zadataka, davanje instrukcija, postavljanje ciljeva performanse, davanje fidbeka adekvatno zadatku, nagrađivanje zbog napredovanja, spravljanje sa neuspehom, rešavanje personalnih problema, suočavanje sa teškim situacijama, odgovaranje na zahteve, praćenje procesa koučinga i njegovih rezultata (Chen & Jones 2001). To bi značilo da menadžeri mogu konkretno ponuditi podršku, instrukciju, poučavanje ili delegiranje u zavisnosti od znanja, sposobnosti i motivacije zaposlenih.

Koučing pristup se bira na bazi procene potencijala svakog zaposlenog za efikasno izvršavanje konkretnog zadatka i to prema mišljenju menadžera. Konkretno za zaposlene koji raspolažu visokim potencijalom i visokom motivacijom menadžeri delegiraju zadatak, za zaposlene sa niskim potencijalom i sa niskom motivacijom menadžeri daju instrukcije za posao, za zaposlene koji imaju visoki potencijal ali nisku motivaciju menadžeri daju podršku dok zaposlene koje imaju niski potencijal ali su visoko motivisane - menadžeri poučavaju.

Koučing proces se sastoji iz koučing analize i diskusije. Globalni cilj koučing analize je da menadžer odredi uzroke za nisku performansu nekog zaposlenog nakon čega kroz diskusiju s njim menadžer razjašnjava očekivanja u vezi sa radnom ulogom i određuje kako treba da zaposleni obavlja posao u budućnosti. Nakon toga menadžer monitori progres u radu zaposlenog, daje fidbek i savet za određene aspekte radne performanse i daje pohvale kada se postigne i održi visoka performansa (Robbins & Judge 2007).

Ukoliko je zaposleni prošao kroz proces koučinga ali pri tome nije uspeo da postigne veću performansu na poslu kao što je bilo dogovoreno tokom diskusija, to bi onda jednostavno značilo da on nije učinio ono što se od njega očekivalo da postigne. U tom slučaju trebalo bi sprovesti novu koučing sesiju da bi se rešio ovaj novi problem. Međutim, ako problem i dalje ostane, onda menadžer može da postupi tako što će dati otkaz zaposlenom, a to je svakako najmanje poželjan ishod koučing procesa.

2. METOD ISTRAŽIVANJA

Primenu koučing procesa ilustrovat ćemo istraživanjem percepcija radne okoline kod zaposlenih osoba u jednoj instituciji osnovnog obrazovanja u Makedoniji. Konkretno, radi se o proceni uspešnosti rada kod 31 nastavnika koja je sprovedena od strane Ministarstva za obrazovanje u 2011 godini. Pri tome procena radne performanse je napravljena prema unapred utvrđenim kriterijima na poslu i ista predstavlja ocenu uspeha u rasponu od 1 (nedovoljan), 2 (dovoljan), 3 (dobar), 4 (vrlo dobar) i 5 (odličan). Prema ovoj proceni je nađeno da devet nastavnika imaju odličan uspeh na radu dok jedanaest nastavnika je postiglo vrlo dobar uspeh i još toliko nastavnika dobar uspeh na radu.

Problem istraživanja predstavlja da li razlike u radnoj performansi između tri grupe nastavnika isto tako se manifestuju i preko razlika u njihovim percepcijama značajnih dimenzija radne okoline, a za koje se predpostavlja da imaju uticaja na njihovu uspešnost na radu. Obzirom na prirodu posla nastavnika odabrane su šest dimenzije radne okoline i to angažovanost poslom, autonomija, orijentacija ka zadacima, radno opterećenje, jasnoća radnih ciljeva i inovacije. Percepcije radnih dimenzija bile su procenjene adekvatnim skalama autora R. Moosa (1998) pri čemu svaka skala sadrži devet iskaza i ponuđene odgovore za svaki iskaz koji su dati u rasponu od četiri stepena počevši od 1 (nisam saglasan/sna) do 4 (saglasan/sna sam). Raspon skorova za svaku dimenziju može se kretati između vrednosti 9 i 36 pri čemu teorijski srednji skor iznosi 22.5, a veći rezultat označava i veću izraženost određene dimenzije.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Tabela 1 prikazuje deskriptivne rezultate za šest dimenzija radne sredine kao i rezultate analize varijanse o značajnosti razlika između percepcija ovih dimenzija kod tri grupe nastavnika (F i sig.). Prilikom upoređenja dobivenih vrednosti sredinskih dimenzija sa vrednošću teorijskog srednjeg skora od 22.5 proizilazi da sve šest dimenzije nadmašuju prosečnu vrednost pri čemu je to najviše izraženo kod angažovanja poslom dok je najmanje izraženo kod opterećenja poslom. Dobivene vrednosti F testa nisu značajne uzimajući u obzir vrednosti u koloni nivoa značajnosti Sig.

Tabela 1: Deskriptivni pokazatelji i značajnost razlika između percepcija sredinskih dimenzija

Dimenzija	Uspeh na poslu	Aritmet. sredina (M)	Standar. odstup.(SD)	Broj nastavn.	F test	Sig. (znač.)
Angažovanost poslom	3.00	30,1818	3,65563	11	1,217	,311
	4.00	30,3636	2,97566	11		
	5.00	32,3333	3,39116	9		
	ukupno	30,8710	3,37384	31		
Autonomija	3.00	26,8182	2,44206	11	,138	,871
	4.00	26,2727	2,32770	11		
	5.00	26,4444	2,69774	9		
	ukupno	26,5161	2,40653	31		
Orijentacija na zadatke	3.00	27,0909	3,93585	11	,331	,721
	4.00	28,5455	4,15605	11		
	5.00	28,0000	4,66369	9		
	ukupno	27,8710	4,13716	31		
Radno opterećenje	3.00	24,3636	2,50091	11	,504	,610
	4.00	24,6364	2,73030	11		
	5.00	23,3333	3,80789	9		
	ukupno	24,1613	2,95631	31		
Jasnoća radnih ciljeva	3.00	27,6364	3,17089	11	,386	,683
	4.00	26,9091	4,52669	11		
	5.00	28,4444	3,84419	9		
	ukupno	27,6129	3,80944	31		
Inovacije	3.00	27,0909	3,59039	11	2,083	,143
	4.00	27,7273	2,24013	11		
	5.00	30,0000	3,93700	9		
	ukupno	28,1613	3,40682	31		

Analizom varijanse koja se može smatrati kao deo koučing procesa, nije dokazana pretpostavka da postoje značajne razlike između percepcija šest dimenzija radne sredine kod tri grupe nastavnika uzimajući pritom u obzir razlike u ocenama njihove radne performanse. Ipak je evidentno da nastavnici koji su pokazali odličan uspeh odlikuju se sa najvećom angažovanošću na poslu, najvećom jasnoćom radnih ciljeva i sa najvećim inovacijama u radu kao i sa najmanje izraženim radnim opterećenjem u poređenju sa nastavnicima koji su postigli vrlo dobar i dobar uspeh. Što se tiče orijentacije ka radnim zadacima, ova dimenzija je izraženija kod nastavnika čija je radna performansa procenjena kao odlična i vrlo dobra za razliku od nastavnika čija je radna performansa ocenjena samo kao dobra. U odnosu na dimenziju autonomije na radu, sve tri grupe su izjednačene verovatno zbog specifičnosti vaspitno obrazovnog rada nastavnika koji podrazumeva priličnu samostalnost prilikom njegovog obavljanja.

Koučing proces bi mogao da se dalje nastavi diskusijom posebno sa onom grupom nastavnika koja je pokazala smanjenu radnu performansu sa ciljem da se razjasni zbog čega oni imaju doživljaj većeg opterećenja na poslu kao i da bi se povećali inovacije, jasnoća radnih ciljeva i njihova angažovanost na radu.

4. ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir doprinose metoda koučinga prilikom upotrebe znanja i iskustava zaposlenih u postizanju efikasnosti u radu organizacije (McKenna 2000) može se preporučiti primena ovog metoda i u našim uslužnim i privrednim organizacijama. Pri tome je neophodno pratiti efekte koučinga da bi se postigla održiva visoka radna performansa kod zaposlenih koji istovremeno imaju visoku motivaciju za rad i osećaj velikog radnog zadovoljstva.

Izazov radnog života znači da više nije dovoljno da se producira visoka radna performansa samo povremeno ili slučajno već je potrebno da se ista održava u kontinuitetu.

LITERATURA

- [1] Chen, C. & Jones, E. J. (2001). *Fundamentals of Coaching*. American Society for Training and Development.
- [2] McKenna, E. (2000). *Business Psychology and Organizational Behavior*. Psychology Press.
- [3] Moos, R. (1998). *Work Environment Scale*. Manual. Palo Alto California.
- [4] Robbins, P. S. & Judge, A. T. (2007). *Organizational Behavior*. (12th ed.). Prentice Hall.
- [5] Somers, M. (2005). *Coaching at work. Powering your team with awareness, responsibility and trust*. John Wiley & Sons



ANALYSIS PARAMETERS OF BUSINESS OF IHP PRVA PETOLETKA IN RESTRUCTURING- PROPOSED MEASURES TO SAVE THE SYSTEM

ANALIZA POSLOVANJA IHP PRVA PETOLETKA U RESTRUKTURIRANJU SA PREDLOGOM MERA ZA OČUVANJE SISTEMA

LJILJANA PEČIĆ

Bechelor Colledge for Applied Mechanical School of Applied Studies Trstenik, Serbia, ljiljanapecic72@gmail.com

Rezime: Ovaj rad ima za cilj da ukaže na značaj postojanja preduzeća kao što je Prva petoletka iz Trstenika. U radu se govori o veličini i značaju ovog preduzeća za razvoj metalnog kompleksa Srbije, celog kraja u prošlosti, ali i sugeriše da ukoliko želimo da idemo u korak sa svetom, moramo kao nekada da budemo inovatori, a ne samo korisnici tuđih tehnologija. Nosioc inovacija ovog tipa su isključivo velika preduzeća i ona koja sarađuju. Proces tranzicije koji dugo traje, svetska ekonomska kriza definitivno su ostavila neizbrisiv trag na preduzeća koja čine sistem IHP Prva petoletka. Samo vođenjem ispravne poslovne politike, oslobođene od bilo kakvih drugih interesa, ako shvatimo da se treba osloniti na sopstvene snage, a na privatizaciju gledati ne kao na jedino rešenje, već samo kao na opciju, možemo se nadati napretku.

Ključne reči: realization, dogovorna privreda, tržišno poslovanje, restrukturiranje

Abstract: This paper aims to highlight the importance of having a company such as PPT from Trstenik. This paper deals with the size and importance of this company for the development of the metal complex of Serbia in the past, and suggests that if we want to keep pace with the world, we have to be innovators, not just users of foreign technology. Holders of this type of innovation are only large companies and those who cooperate. Transition process that takes a long time, the global economic crisis has definitely left an indelible mark on the companies that make the system IHP PPT. Just keeping proper business policy free from any other interest, if we realize that we should rely on our own strength, and not look on privatization as the only solution, but only as an option, can we hope to progress.

Key words: realization, contractual economy, market economy, restructuring

1. INTRODUCTION

Considering the totality of nowadays situation in Serbia, primarily referring to the state of its economy, taking into account the importance of having the machine industry in each country, and industry in general, we consider that it is necessary to do an analysis of achieved results of operations. In Serbian economy in recent years there has been synergy effects of transition and the effects of the global economic crisis and the effects of globalization. Due to the long period of doing business in a repressed economy, Serbian economy is not suited that last twenty years. It seems that mechanical industry is obvious example of the domino effect of some misguided moves. The aim of this paper is to draw attention to the conservation of large enterprises, as any organization of small and medium-sized enterprises, as only such possible sources of innovation, without which there is no future.

2. BACKGROUND AND IMPORTANCE OF THE PRVAPETOLETKA IN ECONOMIC SCENE OF SERBIA, FORMER YUGOSLAVIA AND THE REGION

During its famous history, PPT has grown into a huge industry in number of employees and volume of its products exports and with the accumulation that it made. There were a companies in the former Yugoslavia, which exported much more, but not anyone that made it with their own products. Still, it is noted that during '60s and '70s, in Prvat petoletka experts from all over Yugoslavia were coming, to see and learn the organization, staff training, new technologies, technical standards, quality control.

PPT was established on March 23 in 1949. as a company that will produce objects aviation industry. On August 1949, it started to work in the main workshop "Office 305", and with it began the construction of residential colonies and schools in Trsteniku. In 1950, Petoletka had 102 workers employed, the Military Industrial School was opened and it had 103 participants. Several times during its growth and development, the product range has varied since winning the lectures are delivered to other parts of the former Yugoslavia, because of principles of regional development.

In 1958, purchased the original license WESTINGHOUSE from Hanover, and began a successful decade-long collaboration. Later on, buy and license of Merkel in Hanover (for factory gasket) and ZF (for factory steering).

In its growth and development PPT become a third manufacturer of hydraulics and pneumatics in the world and it achieved exports of \$ 400 million per year. As a result of the growth of plants in the bazaar Trstenik arose Trstenik city with complete infrastructure. In 1989, the Petoletka had more than 15,000 employees and Trstenik was the city with the highest number of cars per capita in the former Yugoslavia. Since 1990, moving stagnation Petoletka as a system. Three key factors have contributed to the stagnation of business first petoletka between 1990 and 2012th year, including:

- 1. Breaking a single Eastern European markets and the former Yugoslavia (secession, blockades, sanctions, wars) during 90's
- 2. The transformation of public property to private and mixed,
- 3. Party politicking.

The first blow Petoletka suffered when large Soviet market in the early 90's. The second attack was in 1999, which occurred just after Petoletka started to improve its position in the market (given in table 1). The day before the bombing, in the Congress Hall of Hotel Star in Vrnjačka Spa, 23.03.1999.god, Petoletka celebrated 50 years of its existence (within many guests from the business, cultural and political life of the country and abroad). An interesting fact, that shortly before the bombing, and the bombing interviewed on the recapitalization of Prva petoletka by many large houses, such as John Deer, Krupp, Thyssen, Airbus ...

PPT remained undamaged during the bombardment, but after the change of leadership, there was no will to continue such negotiations. With a significant share of the sub lists two and three, Petoletka lost pace with the world and become a company that depends on public assistance.

3. ANALYSIS IN THE PREVIOUS THREE YEARS, WITH A SHORT REVIEW OF RECENT HISTORY

After the collapse of Southeastern Europe, Petoletka, like most businesses Serbian economy found itself in a situation that it was not ready for it. Large enterprise from period repressed economy, the subjects had to find his way in the market. After a period of 4 years of mismanagement in the market, Petoletka find strength for opening up to the world, although at the time sanctions begin to recover. Along with that, started with-introduction of ISO 9000th

Table 1

Indicator Year	Sales (mil \$)	Export (mil &)	Capaci ty utilizati on shifts (%)	Production volume in thousands)	Service product per worker	Avera ge salary pai. (\$)	Averag e delay in paying salary(mmont
94	32	2,5	24	230	9,5	62	2,7
95	37	4	30	270	11	83	2,5
96	45	6	37	320	13,5	110	2,3
97	58	8,5	49	380	16,5	150	2,1
98		11,5	62	460	20	196	1,9

Beginning of 1999. was promising. It should be noted, for further analysis, then Petoletka had no debts to the state or to any business partner. Unfortunately, following in 1999. year there was a drastic decline in all indicators of business success of Prva petoletka. It is interesting to note that one company from system Prva petoletka which was the first, along with the Holding company, which certified its quality system, and in the 2000. received the Oscar of quality- the most prestigious award for quality of work, today is the weakest link of the system.

In the period that followed, alternated directors, Petoletka different views on the business scene. Through 5 programs redundancies, more than 6400 workers left from the system. From the beginning of 2003 rd year until 01.07.2011. year, the state of IHP PPT gave assistance (through subsidy) in a total amount of 17 million euros, wanting to enhance production, and recognizing the Petoletka for the whole economy. Some companies are today out of the system Prva petoletka, They did that with thinking that it will be better for them and that the privatization is going to come soon (Pecic, Klarin, Trifunovic, Dasic, 2013).

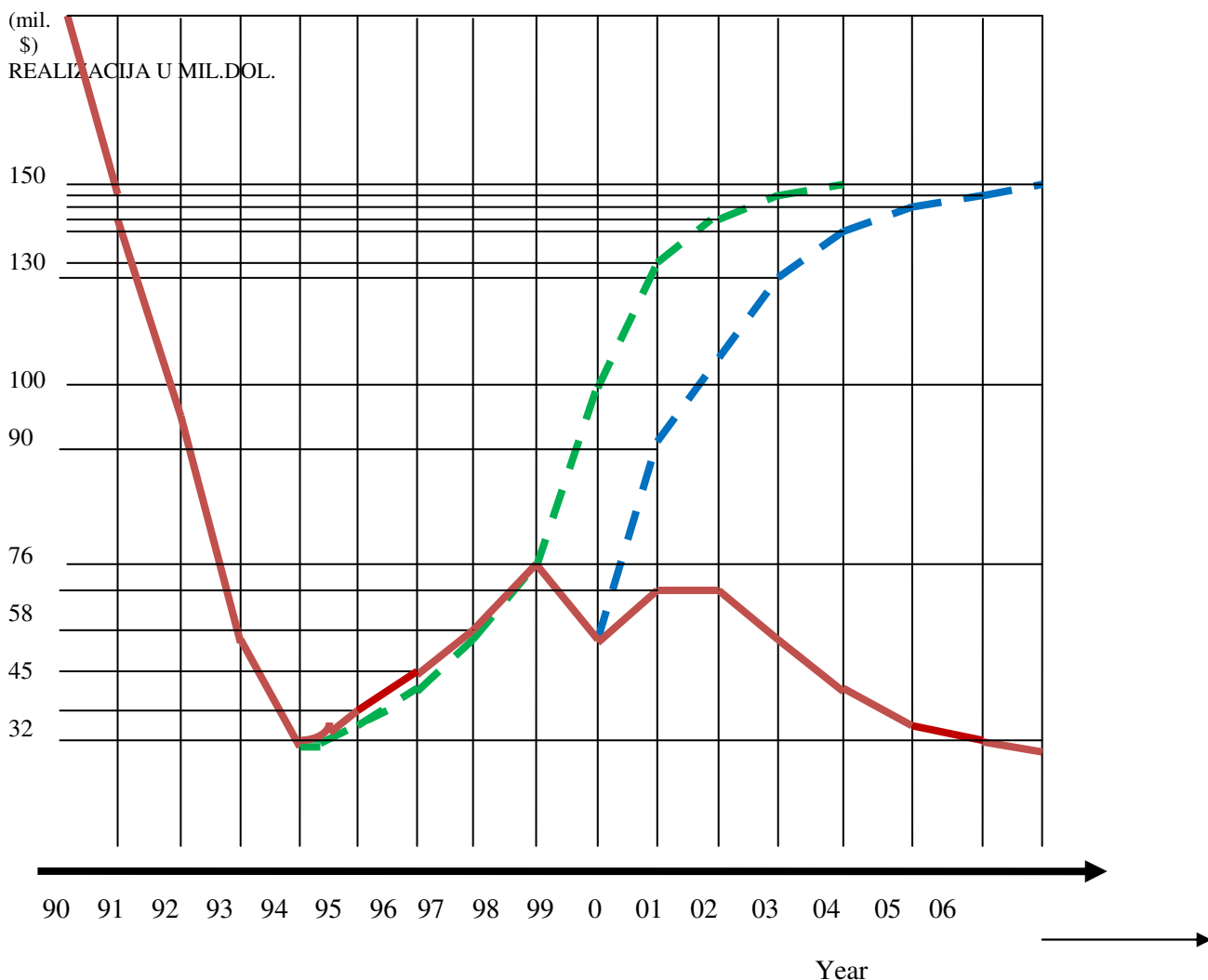


Figure1: Overview of trends sales realization IHP PPT in the period from 1990 to 2006

Much of the above mentioned grants went for workers salaries and manufacturing park remaining active, but lot of jobs were lost. Therefore, the Serbian government has decided to introduce PPT in the restructuring process, and that the companies has to act as they are still in one system and to prepare for the potential privatization (individual, group).

On July the First 2010. a snapshot of the IHP Prva petoletka was done. In the PPT Namenska was missing, and PPT Engineering was few months letter privatized (Russian), Bruce PPT FUD (went bankrupt, and now operates under the auspices of Traffic PPT)

Conducted analysis, which was conducted in July and August 2010. , showed the following:

- every month, on account of the use of surgical services, from Petoletka drain the 500,000 euros
- in the factory PPT Brake techniques was about 300 workers redundant,

- in the factory PPT Repair and Energy was about 50 workers redundant,
- that in some factories was a problem with the lack of production workers.
- that the cooperation between the companies was very poor, and burdened by past history of non-payment of monthly operating liabilities
- that the debt for electricity was around 104 million dinars
- that owed municipality of the taxes is very high,
- that debts to the insurance company Dunav Insurance were about 120 million,
- that there are huge debts from commercial loans,
- that a plan or implementation do not meet the monthly needs of the system,
- that working with large systems in environment was bad,
- that there were major problems with foundries
- that there were problems in the procurement of materials (and often necessary advancement ITAD waiting in lines, and the bill is going to delayed maturity of 30, 60 and 90 days)
- that there were problems with connecting service due to outstanding obligations to the state claims.

Some measures were introduced that have given some results. First of all, these measures are related to the routing of each other (with respect to the system Petoletka composed in a way that there were carriers of basic programs and companions), to intensify cooperation with state institutions and local government, in terms of establishing contacts with representatives of foreign and domestic companies and, above all, redirect subsidies to support production.

The following tables and diagrams will show you some important business parameters first petoletka. The presentation will be given credit and debt that piled up to 01.07.2010.godine and obligations under them are still there. What we will analyze here, are exactly the attitude of the planned and actual implementation, the number of conditional units per worker, the movement of workers.

Table 2: Overview of important operating parameters during the 2010

Month	Number of workers	Planned realization [UJ]	Made Realization [UJ]	Relation real/planned	UJ/Worker	Average Salary in RS [din]	Salary in RS in eurima	Average Salary in PPT u din in PPT	Salary in PPT u eurios	Relation (7:8)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	4003	2133175	1318429	61,81%	330	41651	521	28463	356	76,56
II	4005	2310807	1597832	69,15%	399	44871	561	29173	365	67,48
III	4003	2585422	2041267	78,95%	509	46457	581	31087	389	75,58
IV	3785	2807572	2167725	77,21%	572	48525	607	31543	394	70,89
V	3694	2821547	2575805	91,29%	697	46454	581	32946	412	74,58
VI	3064	2241117	2056191	91,75%	671	47486	475	34495	345	77,07
VII	3122	2076509	2097423	101,01	672	48394	484	36159	362	78,97
VIII	3122	2172759	2100509	96,67%	673	47190	472	36813	368	82,76
IX	3122	2269396	2212757	97,50%	709	48016	480	35756	358	77,52
X	3115	2208483	2323713	105,22	746	47822	455	35660	340	76,91
XI	3122	2351441	2463604	104,77	789	47877	456	38303	365	81,84
XII	3122	2847720	2832186	99,45%	907	54948	523	38239	364	71,97

Table3: Overview of important operating parameters during the 2011

Mesec	Broj radnika	Planirana realizacija [UJ]	Ostvarena Realizacija	Odnos ost/plan [%]	UJ/Radnik	Prosečna plata RS	Plata u RS u eurima	Prosečna plata PPT
12	13	14	15	16	17	18	19	20
I	3213	2502895	2389766	74,73%	734	47382	451	38097
II	3207	2850066	2886599	101,28%	889	49394	470	38674
III	3216	3185285	3074142	96,51%	956	49638	473	40767
IV	3233	3232261	3013263	98,02%	932	54532	519	40525
V	3227	3249395	2895578	96,09%	897	49064	467	40209
VI	3248	3249318	3041100	93,60%	936	54616	520	42291
VII	3235	3002877	3056061	100,49%	945	54164	516	42122
VIII	3119	3056061	2744262	89,80%	964			45313
IX	3090	3171027	2977503	93,90%	964			45920
X	3146	3099673	3015653	97,29	958			
XI	3118	2958632	2937285	99,27	942			
XII	3123	2884795	3028765	104,99	969			

Table 4: Overview of important operating parameters during the 2012

Mesec	Broj radnika	Planirana realizacija [UJ]	Ostvarena Realizacija [UJ]	Odnos ost/plan [%]	UJ/Radnik
1	2	3	4	5	6
I	3164	2876162	2520528	87,64%	796
II	3158	3170762	2657754	83,82%	842
III	3159	3382762	3251700	96,13%	1029
IV	3161	3400262	3207632	94,33%	1014
V	3174	3382662	3182197	94,07%	837
VI	3187	3387762	2658604	78,48%	834
VII	3194	3158662	2638221	83,52%	825
VIII	3198	3162262	2688237	85,01%	840
IX	3204	3365362	2662667	79,12%	831
X	3207	3471262	3092263	89,08%	964

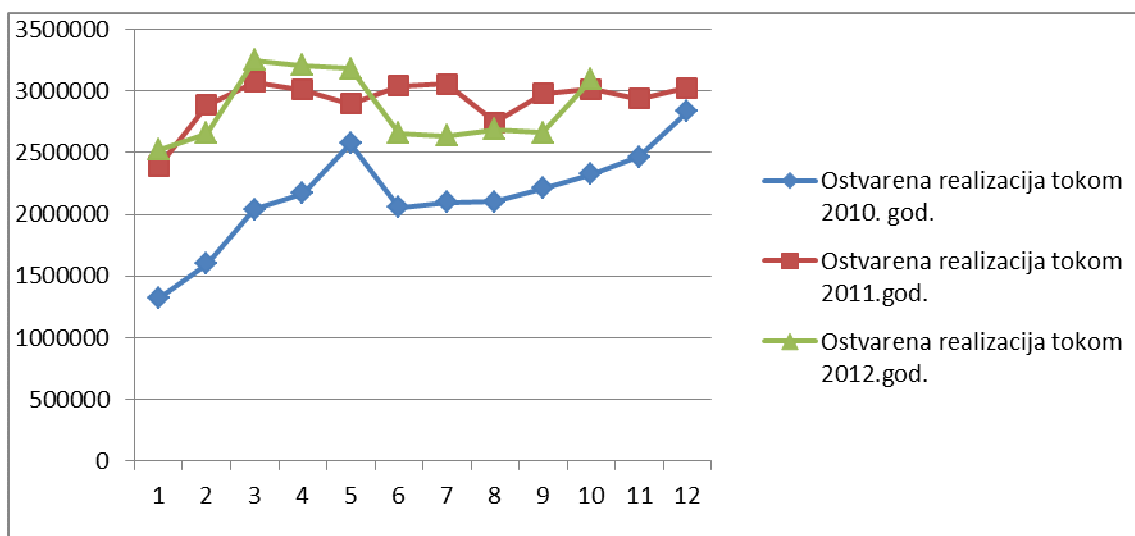


Figure 2: Display of movement achieved during the implementation of the 2010, 2011 and 2012

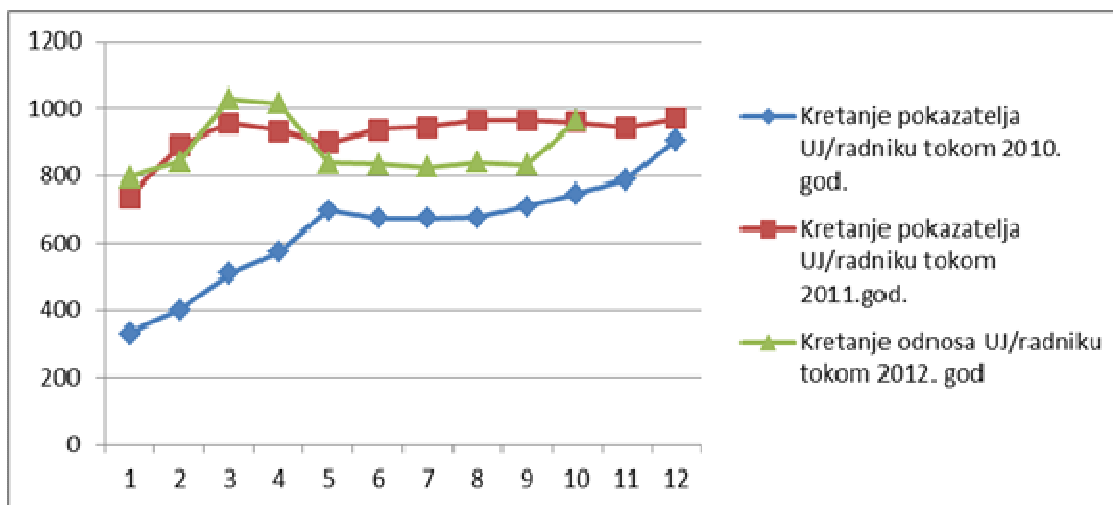


Figure 3: Developments of UJ / worker during the period

4. CONCLUSION

The state continues to subsidize the Prva petoletka, considering it an important factor for doing business all over Serbia. Its history has shown an indisputable fact is that innovation can create a great company, because they are the owners of big capital. Small and medium enterprises can be a place of commercialization Spileotis or creators of some minor improvements. Another important fact that you should not lose sight of is the fact that foreign investors are available to obtain green field investments, which may in the introduc-cleaner, faster and more efficiently. Therefore, efforts should be directed to conduct business within the Company, and the privatization of view only as an option that can happen.

What should be added to the measures undertaken as follows:

1. Introduce a program of internal training for workers in their old jobs (many workers were transferred to desk duty, and has a production base mechanical engineers).

2. This would create the money supply needed for the purchase of used machining centers, inspection equipment, sorting machine head drivers, additional training to operate the machines and equipment, and this would lead to lower production costs, which would further strengthen the first petoletka in terms of stopping the their own feet.

3. Conduct an ABC Analysis and narrow production programs that are not really profitable. For those products that have lost pace with the world's first technology, to try to qualify for the new-old markets (India, countries in Africa, parts of Asia).

4. Find a way to re-unify the procurement, in order to achieve a lower cost of acquisition,

5. With the help of the Agency for Export Insurance, provide permanent flow of funds necessary for the steady flow of cash, but the following principle: those who have a share of the system in sales, according to the share of the price of the final product involved in collection of the Agency, and not wait for the final collection period under the contract.

6. Totally depoliticize the business and enable the activation of state resources, science that would help to rapidly move forward.

LITERATURE

[1] Analysis and reports on the operations of IHP PPT, monthly reports from 1989 till 2012

[2] Pecic, Lj.,Klarin, M., Trifunovic, D., Dašić, P., Marketing-oriented organizational culture and implementation of total quality management The case study of Prva petoletka, Metalurgia International, Vol. 18 No. 6 (2013) pp.121-126(потврда)



ANALIZA EFIKASNOSTI SKIJAŠKIH CENTARA SRBIJE PRIMENOM DEA METODE

ANALYSING THE EFFICIENCY OF SKI RESORTS IN SERBIA USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

ZORAN RAKIĆEVIĆ¹, IVA IVKIĆ², GORDANA SAVIĆ³

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, zoran.rakicevic@fon.bg.ac.rs

² JP „Skijališta Srbije”, Beograd, iva.ivkic@skijalistasrbije.rs

³ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, savic.gordana@fon.bg.ac.rs

Rezime: Ovaj rad prikazuje jedan pristup u analizi efikasnosti skijaških centara u Srbiji. Za analizu koriste se podaci Javnog preduzeća „Skijališta Srbije“, koji kao poslovni sistem, obuhvata tri skijaška centra: Kopaonik, Stara Planina i Zlatibor. Ideja rada je da se uz pomoć DEA metode (Analiza obavijanja podataka – eng. Data Envelopment Analysis), na osnovu različitih ulaznih i izlaznih podataka, analizira efikasnost skijaških centara po sezonama u periodu od 2008-2013. godine, i izvrši njihovo poređenje po uspešnosti. Konkretni model koji je primenjen u analizi jeste model baziran na dopunskim promenljivim sa neželjenim izlazom. Podaci koji se koriste u analizi dobijeni su merenjem sledećih pokazatelja: broj dana koliko je trajala skijaška sezona, angažovanost resursa skijaškog centra, broj prodatih skijaških karata, ukupan broj vožnji na žičarama i ukupan broj povreda skijaša. Značaj ovog rada se ogleda u predlogu primene DEA metode za analizu efikasnosti skijaških centara, njihovom međusobnom poređenju i određivanju onih ulaznih i izlaznih parametara koji su kritični za njihovu efikasnost.

Ključne reči: Efikasnost, Skijaški centri, Analiza obavijanja podataka, SBM model, Bad-Output model.

Abstract: This paper presents one approach to the efficiency analysis of the ski resorts in Serbia. For this analysis, we used the data collected from the public enterprise "Ski Resorts of Serbia", which (as a business system) includes three ski resorts: Kopaonik, Stara Planina and Zlatibor. The idea is to compare the ski resorts by success, i.e. to analyze efficiency of the ski resorts for the period from 2008 to 2013, by using DEA (Data Envelopment Analysis), based on various input and output data. The specific model applied for solving this problem is SBM (Slack Based Measured) with undesirable outputs. The data used in the analysis were obtained by measuring the following parameters: durations of ski seasons – in days, engagement of ski resorts' resources, number of ski passes sold, total number of rides on the ski lifts and total number of skiers' injuries. The importance of this paper is reflected in the proposal of using DEA method for analyzing efficiency of ski resorts, their mutual comparison and determination of those input and output parameters that are critical to their efficiency.

Keywords: Efficiency, Ski resorts, Data envelopment analysis (DEA), SBM model, Bad-Output model

1. UVOD

Jedan od najvažnijih principa u poslovanju jeste princip efikasnosti, koji se sastoji u ostvarivanju što većih ekonomskih efekata (izlaza) uz što manje ekonomske žrtve (ulaze). U radovima koji se bave problematikom određivanja efikasnosti organizacionih jedinica i sistema ([1], [2], [3], [4]), efikasnost neke DMU (od eng. *Decision Making Units*) se, najčešće meri kao odnos jednog njenog izlaza i jednog njenog ulaza.

Problem se javlja kod određivanja efikasnosti jedinica koje imaju više raznorodnih ulaza i koriste ih za stvaranje više raznorodnih izlaza, odnosno kod entiteta čiji se ulazi i izlazi ne mogu svesti na istu mernu jedinicu [3]. Analiza obavijanja podataka (eng. *Data Envelopment Analysis* - DEA) se može smatrati specijalno dizajniranom tehnikom za merenje efikasnosti kompleksnih entiteta sa raznorodnim ulazima i izlazima. Analizu obavijanja podataka prvi su uveli Čarns, Kuper i Rouds 1978. godine i definisali je kao alat za merenje i praćenje efikasnosti organizacionih performansi entiteta koji posluju na sličan način [3]. Na osnovu rezultata ovakve analize može se odrediti koliko su pojedine DMU neefikasne u odnosu na jedinice koje su efikasne. DEA metoda se zbog svoje fleksibilnosti, koja podrazumeva mali broj pretpostavki, koristi

za merenje efikasnosti profitnih i neprofitnih organizacija. Naročito je primenljiva u uslužnom sektoru gde se izlazi ne mere u novčanim jedinicama već efikasnost zavisi od kvaliteta i obima pružene usluge.

U daljem delu rada predstaviće se primena DEA tehnike na analizu efikasnosti skijaških centara Srbije.

2. MERENJE EFIKASNOSTI I ANALIZA OBAVIJANJA PODATAKA

Efikasnost se u najjednostavnijem slučaju, kod organizacija koje koriste jedan ulaz (troškovi, angažovani resursi i sl.) za proizvodnju jednog izlaza (prihod, profit, obim proizvodnje i pružanja usluga ili sl.) definiše kao odnos izlaza prema ulazu:

$$Efikasnost = \frac{izlaz}{ulaz} \quad (1)$$

Navedena definicija se lako proširuje na slučaj kada postoji više jednorodnih ulaza i izlaza koji se mogu svesti na jedinstveni ulaz odnosno izlaz. Tada se može koristiti veći broj parcijalnih indikatora efikasnosti (produktivnost, ekonomičnost, rentabilnost i drugi „ratio“ indikatori). Kada se, za merenje efikasnosti, koriste podaci (o različitim ulazima i izlazima) koji se ne mogu svesti na istu jedinicu mere, mogu se koristiti drugi pristupi (Pristup težinskih koeficijenata, Funkcija zavisnosti – regresija, Analiza obavijanja podataka).

DEA je tehnika matematičkog programiranja koja omogućava da se utvrdi da li je svaka od DMU, na osnovu podataka o njenim ulazima i izlazima, efikasna ili nije (relativno, prema drugim DMU uključenim u analizu). Suština DEA je u svođenju svih višestrukih ulaza na jedan, integralni ulaz i svih višestrukih izlaza na jedan, integralni izlaz, uz primenu težinskih koeficijenata koji se dodeljuju konkretnim ulazima i izlazima. Problem dodeljivanja težinskih koeficijenata se rešava tako što se svakoj DMU dopušta da odredi težinske koeficijente za sopstvene ulaze i izlaze, sa ciljem da maksimizira efikasnost, uz ograničenje da te težine moraju biti nenegativne vrednosti. Ono oko čega treba da se dogovore sve jedinice čija se efikasnost procenjuje jeste koji su to ulazi i izlazi koje treba uzeti u obzir [3]. Naknadnom analizom moguće je pokazati koje su od razmatranih jedinica efikasne a koje nisu. Rezultat primene DEA je efikasnost – data kao broj između 0 i 1.

3. MERENJE EFIKASNOSTI TURISTIČKIH DESTINACIJA

U potrazi za publikacijama koje bi ukazivale na mogućnost, načine i efekte primene DEA u merenju efikasnosti ski-centara i drugih turističkih destinacija (čija se efikasnost meri po analogiji), zapaženi su radovi: Poređenje efikasnosti uslužnog procesa na dvadesetjednoj tirolskoj destinaciji [5], Istraživanje efikasnosti uslužnog procesa na nivou turističkih destinacija i novi benchmark pristup za stateški razvoj alpskog turizma [6], Procena i poređenje performansi dvadesetdve turističke destinacije Francuske, korišćenjem Analize obavijanja podataka [7], Analiza skijaških centara Francuske primenom Luenberg-ovog indikatora produktivnosti zasnovanom na funkciji odstojanja [8].

U poslednjem radu [8] podaci koji su korišćeni za analizu produktivnosti ski-centara bili su: a) na strani izlaza: Prihod od prodaje ski-pasova, prosečan broj skijaša u jednom danu, broj vožnji na žičarama; b) na strani ulaza: Ukupan broj ski-staza, ukupan broj dana rada ski-centra, broj sezonskih i stalnih radnika na žičarama, snaga žičara iskazana preko jedinice (km · skijaša/čas).

U nastavku, predstavlja se originalna metodologija za merenje uspešnosti ski-centara u Srbiji.

4. OPIS PROBLEMA

Javno preduzeće "Skijališta Srbije" obuhvata tri ski-centra: Kopaonik, Stara Planina i Zlatibor. Ostale planine sa potencijalom i infrastrukturu za bavljenje zimskim sportovima, kao npr. Divčibare, Tara, Goč, prešle su u nadležnost lokalne samouprave i ne posluju u okviru sistema ovog javnog preduzeća.

Preduzeće Skijališta Srbije, koje vodi računa o održavanju ski-centara i njihovom razvoju kroz investicije u proširivanje kapaciteta (nove staze, žičare i druga oprema) mora imati preciznu metodologiju merenja uspešnosti ostvarenih skijaških sezona na ski-centrima. Višegodišnji pozitivni pokazatelji uspešnosti nekog ski-centra, mogli bi da opravdaju investicije u proširivanje kapaciteta nekog ski-centra.

Za predmet istraživanja u ovom radu postavlja se problem određivanja uspešnosti skijaških sezona na ski-centrima, kroz merenje njihove efikasnosti u periodu od 2008-2013. Podaci koji mogu dati informaciju o uspešnosti ski-centra i o kvalitetu usluga koji on pruža, mogu se uzeti u razmatranje i dobiti merenjem na samim ski-centrima dinamički kroz tražene sezone, preko sledećih indikatora:

- **Ukupan broj dana trajanja skijaške sezone u posmatranom ski-centru:** Ski-sezona može se smatrati uspešnom ukoliko je ski-centar radio planirani broj dana u toku sezone. Na vrednost ovog indikatora

često utiču spoljni faktori kao što su zimska temperatura i snežne padavine koje su preduslov za bavljenje zimskim turizmom.

- **Ukupan broj žičara i ski-liftova koje se koriste za prevoz skijaša u ski-centru:** Iako je neophodno da svaki ski-centar ima dobro razvijenu infrastrukturu, a naročito onu koja se koristi u samom procesu pružanja usluga, potrebno je ispitati i njegovu rentabilnost. Na ovaj aspekt analize posebno treba obratiti pažnju da bi se sprečilo suvišno i dodatno investiranje u ski-centre sa nedovoljno popunjenim kapacitetima;
- **Prosečan broj žičara i ski-liftova u funkciji:** Ovaj indikator se nadovezuje na prethodni i određuje prosečan broj instalacija (žičara i ski-liftova) u upotrebi tokom skijaške sezone. Dobija se svakodnevnim praćenjem rada instalacija tokom skijaške sezone;
- **Ukupan broj sati rada žičara u toku sezone:** Ovaj indikator je tehničke prirode i zavisi od: ukupnog broja dana ski-sezone, broja ski-žičara i liftova koji su u funkciji na jednom skijaškom centru i vremenskog perioda njihovog rada izraženog u satima. Dakle, vrednost indikatora se može dobiti kao zbir časova rada svih žičara koje su bili u funkciji tokom jedne ski-sezone;
- **Ukupan broj ljudi koji rade u ski-centru:** Uloga zaposlenih radnika koji učestvuju u radu ski-centra tokom sezone, je vođenje posla, održavanje opreme i osiguraje bezbednosti skijaša. Uspešan ski-centar je onaj koji, uz što manje angažovanja radne snage, postiže normalno i bezbedno funkcionisanje;
- **Ukupan broj prodatih karata (ski-pasova):** Indikator koji govori o finansijskom aspektu poslovanja ski-centra, jer se prodajom ski-pasova sam centar finansira. Ovaj indikator je u vezi sa posećenošću skijaškog centra tokom njegove sezone;
- **Ukupan broj skijaških dana po jediničnoj karti:** Ovaj indikator je precizniji od prethodnog. Pošto se na skijaškom centru mogu kupiti različiti ski-pasovi, u zavisnosti od njihovog vremenskog trajanja (preko poludnevne karte do karte za celu sezonu), proizilazi da nije svaka prodata karta iste težine. Zbog toga se ovaj indikator i posmatra a njegova vrednost se dobija kada se svaka prodata karta (ski-pas) pomnoži sa brojem dana važenja i na kraju sabere njihov ukupni broj;
- **Ukupan broj skijaša u ski-centru tokom sezone:** Ovaj indikator govori o ukupnom broju skijaša koji su prošli kroz skijaški centar tokom sezone. On je vrlo blizak indikatoru Ukupnom broj prodatih karata jer se može smatrati da je svaki skijaš morao kupiti barem jednu ski-kartu;
- **Ukupan broj povreda skijaša u skijaškoj sezoni:** Indikator koji govori o bezbednosnim aspektima skijaškog centra. Uspešnost nekog skijaškog centra ne mora se samo meriti pomoću tehničkih i finansijskih pokazatelja, neophodno je u to uključiti i bezbednosni pokazatelj. Broj povreda u ski-centru može biti u vezi sa neadekvatnim merama bezbednosti (neispravnost opreme, loše održavane snežne staze, nedovoljno obeležene staze), ali i sa „ljudskim faktorom“ – na koji je teško uticati (npr. bahato ponašanje skijaša na stazi);

Za procenu efikasnosti skijaških centara putem DEA metode, neophodno je prethodno izvršiti selekciju onih ulaznih ili izlaznih veličina koje će se koristiti u modelu. Između pojedinih indikatora koji su prethodno navedeni postoji visoka međusobna korelacija ($\rho > 0.95$). Zbog toga se predstavljaju indikatori redukovani do onih koji se koriste u samoj analizi:¹

I1: *Ukupan broj dana trajanja skijaške sezone*

I2: *Ukupan broj ljudi koji rade u ski-centru*

I3: *Ukupan broj sati rada žičara u toku sezone*

O1: *Ukupan broj skijaških dana po jediničnoj karti*

O2: *Ukupan broj vožnji na žičarama i ski-liftovima*

O3: *Ukupan broj povreda skijaša u skijaškoj sezoni*

Ovi podaci se odnose na ski-centre: Kopaonik, Stara Planina, Zlatibor u skijaškim sezonama: 2008/2009, 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013. Sva tri ski-centra, u posmatranih pet ski-sezona, definišu petnaest DMU sa kojima su označeni ski-centri u DEA metodi. Ovakvo predstavljanje jedinica čija se efikasnost procenjuje omogućuje da svaki ski-centar u određenoj sezoni uporedi efikasnost sa drugim ski-centrima, ali i sa drugim sezonama istog ski-centra. Na osnovu toga svake godine nakon završetka sezone moguće je porediti efikasnost prethodno završene sezone na Kopaoniku, Staroj Planini i Zlatiboru.

Na ovom primeru, mogu se koristiti i racija koja nastaju stavljanjem u odnos pojedinih indikatora, npr: $(Ukupni\ broj\ vožnji\ na\ žičarama)/(Ukupan\ broj\ sati\ rada\ žičara)$ sa mernom jedinicom (*Broj vožnji/čas rada*). Međutim, takvom analizom bi se dobilo više rezultata po više indikatora. DEA, za razliku od prethodnog, daje jedinstveni rezultat – kao jediničnu vrednost (u I1) – koji je mera svih drugih indikatora.

¹ Sa I1-I3 su predstavljeni indikatori/podaci koji se u DEA tehnici koriste na strani ulaza (eng. *inputs*), a sa O1-O3 oni na strani izlaza (eng. *outputs*).

DEA kao meru efikasnosti podrazumeva ostvarenje što većih vrednosti izlaznih veličina, sa što manjom potrošnjom ulaznih veličina. Osnovni DEA-model (CCR), prvi put je predstavljen u radu [3] i ima prepoznatljiv oblik funkcije efikasnosti kao odnos izlaznih i ulaznih veličina.

U primeru koji se analizira u ovom radu, uz što manje vrednosti ulaza (I1-I3) skijaški centri bi trebalo da ostvaruju što veće vrednosti izlaza (O1-O2). Kod indikatora O3 - *Ukupan broj povreda skijaša u skijaškoj sezoni* postoji razlika. Poželjno je da vrednost bude što manja pa je kod primene analize obavljanja podataka moguć sledeći izbor:

I) Primena osnovnog CCR modela sa recipročnom vrednošću O3. Kod ovog modela neka jedinica, čija se efikasnost procenjuje, je efikasna kada su joj vrednosti izlaza što veće.

II) Primena izvedenog modela sa „lošim izlazima“ (eng. *Bad-Output*). Jedinica je efikasna kada su joj neke vrednosti izlaza što veće a neke vrednosti izlaza što manje.

Dalja analiza je izvršena prema drugom izboru (II). Model koji se koristi je model čije su mere efikasnosti bazirane na dopunskim promenljivim. (eng. *Slack Based Measures – SBM*) [9]. Ovo je vrsta aditivnog modela kod kojih vrednosti funkcije cilja ne zavise od mernih jedinica ulaza i izlaza već se baziraju na dopunskim promenljivim. Efikasnost se izražava u skalarnoj formi i ostaje ista bez obzira da li je merena jedinica nekog parametra kilometar ili metar. U cilju procene efikasnosti kreće se od ulazno orijentisanog SBM modela razlomljenog programiranja koji je prilagođen za neželjene izlaze, tako što odvojeno posmatra željene i neželjene vrednosti izlaza:

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{ik}}}{1 + \frac{1}{s} \left(\sum_{r=1}^{p_1} \frac{s_r^g}{y_{rk}^g} + \sum_{r=1}^{p_2} \frac{s_r^b}{y_{rk}^b} \right)}$$

p.o.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{ik} \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj}^g \lambda_j - s_r^g = y_{rk}^g \quad r = 1, \dots, p_1$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj}^b \lambda_j + s_r^b = y_{rk}^b \quad r = 1, \dots, p_2$$

$$L \leq \lambda_j \leq U$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n, \quad s_i^- \geq 0, i = 1, \dots, m, \quad s_r^g \geq 0, r = 1, \dots, p_1, \quad s_r^b \geq 0, r = 1, \dots, p_2$$

gde su:

ρ – relativna efikasnost k -te DMU;

k – indeks DMU ($k=1, 2, \dots, n$);

n – ukupan broj DMU koji se poredi;

i – indeks vrste ulaza u DMU ($i=1, 2, \dots, m$);

m – broj vrsta ulaza u DMU;

x_{ik} – posmatrani/evidentirani iznos i -te vrste ulaza za k -tu DMU;

r – indeks vrste izlaza iz DMU ($r = 1, 2, \dots, p_1$ za željene izlaze; $r = 1, 2, \dots, p_2$ za neželjene izlaze);

p_1 – broj vrsta željenih izlaza iz DMU (na primeru ski-centara: $p_2=2$);

p_2 – broj vrsta neželjenih izlaza iz DMU (na primeru ski-centara: $p_1=1$);

y_{rk} – posmatrani iznos izlaza r -te vrste za k -tu DMU;

ε – mala pozitivna vrednost;

λ_j – predstavlja težinu i pokazuje važnost koja je dodeljena DMU _{j} ($j=1, 2, \dots, n$) - sa kojom se jedinica čija se efikasnost procenjuje - DMU _{k} - direktno poredi. Ovu težinu je moguće ograničiti sa donjom (L) i gornjom vrednošću (U);

s_i^- i s_r^+ - vrednosti dopunskih promenljivih koje se odnose na i -te ulaze i r -te izlaze. Preciznije: s_i^- - višak ulaza i -te vrste; s_r^b - višak neželjenih izlaza r -te vrste; s_r^g - nedostatak željenih izlaza r -te vrste.

Optimalna vrednost modela se predstavlja preko uređene četvorke ($\rho, s_i^{*-}, s^{b*}, s^{g*}$). Neka DMU je efikasna ako je $\rho=1, s_i^{*-}=0, s^{b*}=0, s^{g*}=0$. Ukoliko je DMU neefikasna onda je $\rho < 1$. Ona može postati efikasna smanjenjem viška ulaza i neželjenih izlaza ili povećanjem nedostataka dobrih izlaza.

Mera bazirana na dopunskim promenljivim ima dve važne osobine: [10]

- Mera efikasnosti je invarijantna na merne jedinice ulaza i izlaza (jedinična invarijantnost).
- Vrednost indeksa efikasnosti je monotono opadajuća za svaku ulaznu ili izlaznu dopunsku promenljivu (monotonost).

Pretpostavlja se da su vrednosti za ulazne tj. izlazne promenljive veće od nule, a ako su jednake nuli ($x_{ik}=0$ ili $y_{rk}=0$) iz funkcije cilja se briše izraz s_i^-/x_{ik} ili s^b/y_{rk} i s^g/y_{rk} . Očigledno je da će vrednost funkcije cilja biti jednaka 1, što znači da je DMU_k efikasna, samo u slučaju da sve dopunske promenljive za ulaze i izlaze imaju vrednost 0, a ako je bar jedna od njih veća od 0 indeks efikasnosti je manji od 1.

Kod izlazno orijentisanog SBM modela sa neželjenim izlazima menja se samo funkcija cilja (3), čija bi vrednost bila jednaka 1 za efikasne i veća od 1 za neefikasne DMU.

$$\Psi_k = \max \frac{1 + \frac{1}{s} \left(\sum_{r=1}^{p1} \frac{s_r^g}{y_{rk}^g} + \sum_{r=1}^{p2} \frac{s_r^b}{y_{rk}^b} \right)}{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{ik}}} \quad (3)$$

Prethodno navedeni model (2) je implementiran u softver *DEA-Solver Pro 7.0* [10] i korišćen je u daljoj analizi. Rezultati su prezentovani nastavku.

5. REZULTATI

Rezultati primene analize obavljanja podataka na primeru skijaških centara Srbije predstavljani su u Tabeli 1.

Tabela 1: Rezultati DEA metode

N ^o	Ski-centar u sezoni	Efikasnost	Rang	O1	O2	O3
DMU ₁	Kopaonik 2008/09	1	1	-	-	-
DMU ₂	Stara Planina 2008/09	0,148	13	0%	3,8%	-42,7%
DMU ₃	Zlatibor 2008/09	0,108	15	0%	23,3%	-53,8%
DMU ₄	Kopaonik 2009/10	0,842	5	0%	0%	-3,7%
DMU ₅	Stara Planina 2009/10	0,209	11	0%	6,5%	-44,5%
DMU ₆	Zlatibor 2009/10	0,120	14	0%	30,5%	-26%
DMU ₇	Kopaonik 2010/11	1	1	-	-	-
DMU ₈	Stara Planina 2010/11	0,200	12	1%	0%	-31,6%
DMU ₉	Zlatibor 2010/11	0,261	9	0%	0%	-41,3%
DMU ₁₀	Kopaonik 2011/12	1	1	-	-	-
DMU ₁₁	Stara Planina 2011/12	0,282	8	0%	17,9%	-36,1%
DMU ₁₂	Zlatibor 2011/12	0,424	6	0%	0%	-16,8%
DMU ₁₃	Kopaonik 2012/13	1	1	-	-	-
DMU ₁₄	Stara Planina 2012/13	0,252	10	0%	0%	-26,5%
DMU ₁₅	Zlatibor 2012/13	0,320	7	0%	0%	-39,2%

Iz Tabele 1, svi skijaški centri u sezonama koji imaju efikasnost veću od 1 su efikasni. Tu spadaju: Kopaonik u sezonama 2008/09, 2010/11, 2011/12, 2012/13 (sezona Kopaonik 2009/10 nije bila uspešna kada se uporedi sa ostalim). Ostale sve sezone na drugim ski centrima nisu bile uspešne, jer je njihova efikasnost manja od 1. (Najslabije sezona na skijaškom centru bila je na Zlatiboru u godini 2008/09).

Ako poredimo rezultate za svaki ski-centar pojedinačno onda je: Na Kopaoniku jedino sezona 2009/10 bila neuspešna; Na Staroj Planini je najuspešnija sezona bila 2011/12 a najlošija 2008/09; Na Zlatiboru je najuspešnija sezona bila 2011/12 a najlošija 2008/09.

Pored rezultata efikasnosti, softver *DEA-Solver Pro 7.0* daje i ciljne vrednosti izlaznih veličina (Tabela 1, kolone O1-O3), koje ski-centri treba da dostignu (da bi poslovali efikasno, tj. da bi njihova sezona bila uspešna). Na jednom primeru može se zaključiti zbog čega ski-sezona nije bila uspešna. Na primer kod ski-centra Stara Planina, u sezoni 2008/09: Da je ukupan broj vožnji na žičarama i ski-liftovima bio veći za 3,8% i da je ukupan broj povreda skijaša bio manji za 42,7% ski-sezona bi bila uspešna.

Na osnovu dobijenih rezultata predstavljenih Tabelom 1, može se izvršiti još jedna analiza. Ta analiza se dobija ukoliko iz razmatranja uspešnosti skijaških sezona isključimo skijaški centar Kopaonik, kao ski-centar

koji se dosta razlikuje po razvoju infrastrukture od druga dva ski-centra, Stara Planina i Zlatibor, koji su u tom pogledu dosta skromniji. Tada među skijaškim sezonama u rangu od (6-15) najbolje rangirana sezona je: Zlatibor 2011/12 a najlošija Zlatibor 2008/09.

6. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen način kako primenom DEA metode se može porediti efikasnost skijaških centara tj. uspešnost ostvarenih sezona na njima. Pored primene DEA, sagledani su i neki indikatori kojima se može meriti efikasnost na klasičan način. U rezultatima DEA može se primetiti da po uspešnosti dominiraju skijaške sezone na Kopaoniku, što je svakako posledica veće razvijenosti ovog ski-centra u odnosu na druga dva. Međutim DEA omogućava i međusobno poređenje sezona na druga dva ski-centra.

Svaki od *output*-a navedenih u analizi ima svoje upravljačke mehanizme čijim delovanjem može doći do njihovog povećanja, a na taj način i do povećanja efikasnosti DMU. Kao predlog menadžerskih akcija za poboljšavanje efikasnosti i uspešnosti ski-centara može se navesti sledeće: Za povećanje pokazatelja "*Ukupan broj skijaških dana po jediničnoj karti*", koji je u vezi sa brojem poseta ski-centru i brojem prodatih ski-pasova, neophodna je bolja marketinška i cenovna politika. Pokazatelj "*Ukupan broj vožnji na žičarama*" u toku sezone je, isto tako, u vezi sa brojem poseta skijaša na ski-centru, ali zavisi i od parametara samog uslužnog procesa: pouzdanost i ispravnost žičare, vreme vožnje na žičari, kapacitet žičare (broj sedišta), vreme zadržavanja u redu i čekanje na korišćenje ski-prevoza, informisanost o zauzetosti pojedinih skijaških staza i žičara na planini i dr., te treba naći njihovu kombinaciju koja obezbeđuje željeno poboljšanje. Na veličinu "*Ukupan broj povreda skijaša u sezoni*" - može se delovati angažovanjem u domenu bezbednosti (preventivne mere održavanja staza, dobra obeležnost staza, uputstva i upozorenja skijašima, edukacija o merama opreza i dr.).

Buduća istraživanja primene DEA u analizi efikasnosti skijaških centara ogledaće se u dobijanju podataka za druge ski-centre u okruženju Srbije, kao i u pronalaženju drugih modela za merenje njihove efikasnosti i uspešnosti.

LITERATURA

- [1] Hawdon, D., & Hodson, M. (1996). The Use of Data Envelopment in Benchmarking. *Business Economist*, 27 (3), 23-40.
- [2] Grönroos, C., & Ojasalo, K. (2004). Service productivity: Towards a conceptualization of the transformation of inputs into economic results in services. *Journal of Business Research*, 57(4), 414-423.
- [3] Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operations Research*, 2(6), 429-444.
- [4] Savić, G. (2012). Komparativna analiza efikasnosti u finansijskom sektoru, doktorska disertacija (mentor Martić, M.), Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, 1-226.
- [5] Fuchs, M. (2004). Strategy development in tourism destinations: a DEA approach. *Poznan University Economics Review*, 4 (1), 52-73.
- [6] Fuchs, M., & Zach, F. (2004), On the usefulness of data envelopment analysis for strategy development: a tourism destination case study in Emrouznejad, A., & Podinovski, V. (editor), *Data Envelopment Analysis and Performance Management*, 4th International Symposium of DEA, Aston Business School, UK, 268-274.,
- [7] Barros, C. P., Botti, L., Peypoch, N., Robinot, E., Solonandrasana, B., & George, Assaf A., (2011). Performance of French destinations: Tourism attraction perspectives. *Tourism Management*, 32(1), 141-146.
- [8] Goncalves, O. Efficiency and productivity of French ski resort. *Tourism management*, 36 (2013), 650-657.
- [9] Tone, K. (2001). A Slacks-based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis: Comparasion and Extension. *European Journal of Operational Research*, 130 (3), 498-509.
- [10] Cooper, W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and its Uses with DEA-Solver Software and References*. New York: Springer.



JEDAN PRISTUP OCENE RADNIH STRATEGIJA

APPROACH TO EVALUATION OF WORKING STRATEGIES

MALIŠA ŽIŽOVIĆ¹, VESNA RUŽIČIĆ², NADA DAMLJANOVIĆ², DRAGAN ĐURČIĆ²

¹ Univerzitet Singidunum, Beograd, zizovic@gmail.com

² Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu, vesna.ruzicic@ftn.kg.ac.rs,
nada.damljanovic@ftn.kg.ac.rs, dragan.djurcic@ftn.kg.ac.rs

Rezime: U ovom radu dat je jedan pristup ocenjivanju radnih strategija organizacije. Ovakva metodologija pogodna je za brzu i efikasnu analizu različitih mogućnosti, pa se može koristiti za donošenje strateških odluka, pre svega odluka o izboru i sprovođenju odgovarajuće strategije.

Ključne reči: Strategija, mogućnost, znanje, kompetentnost, ocena.

Abstract: This paper presents an approach for the evaluation of work organization strategies. This methodology is suitable for fast and efficient analysis of different options, and can be used to make strategic decisions, especially decisions on the selection and implementation of appropriate strategies.

Keywords: Strategy, opportunity, knowledge, competence, evaluation.

1. UVOD

U literaturi se mogu pronaći razne definicije znanja. Vrlo često se znanje definiše preko informacija, a informacije preko podataka. U ovom radu, najpre ćemo istaći definicije ovih pojmova koje je uveo Bruking (Brooking, 1998). Naime, on definiše

- **podatke** kao činjenice, same brojeve predstavljene van konteksta,
- **informacije** kao organizovane podatke predstavljene u kontekstu,
- **znanje** kao informacije u kontekstu, zajedno sa načinom njihove upotrebe.

Ponekad se sreće i sledeća definicija:

- **znanje** je informacija koja menja nekoga ili nešto,

što može biti drugačija formulacija prethodne definicije.

O ovome se detaljnije može videti u monografiji Cvijanović., Dimitrijević, Gujičić, 2002.

Takođe, u ovom radu uputićemo i na model za merenje znanja koji se bazira na Šenonovoj definiciji znanja (Shannon, 1948) prema kojoj se meri informacija, tj. količina informacije pri prenosu, i prema kojoj bi se znanje moglo vezati za neku vrstu transformacije ulaznog sistema (odnosno sistema pretpostavki za rad) u izlazni sistem (sistem rezultata rada).

U tu svrhu, za Šenona osnovni pojam je bio konačan verovatnosni sistem

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_n \\ p_1 & p_2 & \cdots & p_n \end{pmatrix}$$

koji se sastoji od jednog konačnog skupa $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, tzv. skupa stanja i njima pripadajućih verovatnoća-verovatnoća da sistem može ući u odgovarajuće stanje (p_i je verovatnoća da se sistem može naći u stanju x_i). U ovom slučaju, činjenica da je sistem u stanju x_i za onoga ko zna je **podatak**, a za onoga ko ne zna je **informacija** u trenutku saznavanja. Kao takvu, Šenon ju je merio preko pripadajuće verovatnoće. U skladu sa ovim, **znanje** bi se moglo vezati za neku vrstu transformacije polaznog sistema X u izlazni sistem Y .

Polazeći od pretpostavke da je znanje mogućnost transformacije polaznog sistema

$$X: \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_n \\ p(x_1) & p(x_2) & \cdots & p(x_n) \end{pmatrix},$$

gde su x_i ($i=1,2,\dots,n$) stanja, a $p(x_i)$ ($i=1,2,\dots,n$) pripadajuće verovatnoće, u novi sistem

$$Y: \begin{pmatrix} y_1 & y_2 & \cdots & y_m \\ p(y_1) & p(y_2) & \cdots & p(y_m) \end{pmatrix},$$

koji je izlazni sistem kod kojeg su y_j ($j=1,2,\dots,m$) posledice rada, a $p(y_j)$ ($j=1,2,\dots,m$) verovatnoće njihovih pojavljivanja na izlazu, tj. u izlaznom sistemu.

Iz ulaznog sistema se u izlazni sistem prelazi matricom transformacije

$$T = \begin{bmatrix} p(y_1|x_1) & p(y_2|x_1) & \cdots & p(y_m|x_1) \\ p(y_1|x_2) & p(y_2|x_2) & \cdots & p(y_m|x_2) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ p(y_1|x_n) & p(y_2|x_n) & \cdots & p(y_m|x_n) \end{bmatrix},$$

pri čemu $p(y_j|x_i)$ predstavlja uslovnu verovatnoću da će se na izlazu pojaviti y_j ako je na ulazu bilo x_i , i važi

$$\sum_{j=1}^m p(y_j|x_i) = 1.$$

U tom slučaju važi relacija

$$X \cdot T = Y.$$

Jasno, ovde treba uzeti uobzir da pored verovatnoće pojavljivanja nekog stanja na izlazu, važnu ulogu ima i poželjnost tog stanja. Takođe je jasno da poželjnost stanja na izlazu zavisi od stanja koje je bilo na ulazu. Naime, poželjnost stanja y_j ako je na ulazu bilo stanje x_i (Žižović i dr., 2009) data je kao broj

$$\alpha(y_j|x_i), \quad 0 \leq \alpha(y_j|x_i) \leq 1.$$

Primitimo da za različita stanja na ulazu x_i i x_k , isto stanje na izlazu y_j može imati različite poželjnosti, tj. može biti $\alpha(y_j|x_i) \neq \alpha(y_j|x_k)$. Štaviše, ove vrednosti će u velikom broju slučajeva biti različite.

Imajući ovo u vidu, mi možemo definisati matricu

$$P = \begin{bmatrix} \alpha(y_1|x_1) & \alpha(y_2|x_1) & \cdots & \alpha(y_m|x_1) \\ \alpha(y_1|x_2) & \alpha(y_2|x_2) & \cdots & \alpha(y_m|x_2) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \alpha(y_1|x_n) & \alpha(y_2|x_n) & \cdots & \alpha(y_m|x_n) \end{bmatrix}.$$

U skladu sa prethodno uvedenim pojmovima, možemo dobiti i apsolutnu poželjnost sistema Y preko proizvoda

$$X \cdot P = [\alpha_1 \quad \alpha_2 \quad \cdots \quad \alpha_m],$$

odnosno, apsolutna poželjnost izlaznog sistema data je sa

$$Y: \begin{pmatrix} y_1 & y_2 & \cdots & y_m \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \cdots & \alpha_m \end{pmatrix},$$

pri čemu je α_j ($j=1,2,\dots,m$) ocena apsolutne poželjnosti pojedinačnog stanja y_j na izlazu. Pri tom važi $\alpha_j = 0$ ako je y_j apsolutno neželjeno stanje, a $\alpha_j = 1$ ako je y_j potpuno željeno stanje.

U pomenutom radu, definisan je i broj

$$k(X,Y) = \sum_{j=1}^m p(y_j) \cdot \alpha_j,$$

kao mera kompetentnosti organizacije.

2. OCENJIVANJE RADNIH STRATEGIJA

Polazeći od ulaznog sistema (odnosno polaznih pretpostavki za rad)

$$X: \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_n \\ p(x_1) & p(x_2) & \cdots & p(x_n) \end{pmatrix},$$

posledice rada y_j ($j=1,2,\dots,m$) mogu se, u datom momentu, proizvesti na više različitih načina, odnosno odgovarajući izlaz može se dobiti pomoću više različitih radnih strategija.

Neka je $\{M_1, M_2, \dots, M_s\}$ skup radnih strategija kojima se polazna stanja x_i ($i=1,2,\dots,n$) mogu transformisati u izlazna stanja y_j ($j=1,2,\dots,m$). Pri tom jasno je da svaka strategija M_k ($j=1,2,\dots,s$) zavisi od verovatnoća $p(x_i)$ ($i=1,2,\dots,n$), tj.

$$M_k = M_k(p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_n)).$$

Svakoj strategiji M_k ($j=1,2,\dots,s$) možemo pridružiti matricu transformacije

$$T_{M_k} = \begin{bmatrix} p_{M_k}(y_1|x_1) & p_{M_k}(y_2|x_1) & \cdots & p_{M_k}(y_m|x_1) \\ p_{M_k}(y_1|x_2) & p_{M_k}(y_2|x_2) & \cdots & p_{M_k}(y_m|x_2) \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ p_{M_k}(y_1|x_n) & p_{M_k}(y_2|x_n) & \cdots & p_{M_k}(y_m|x_n) \end{bmatrix},$$

i pomoću relacije

$$X \cdot T_{M_k} = Y_{M_k}$$

možemo odrediti izlazni sistem

$$Y_{M_k}: \begin{pmatrix} y_1 & y_2 & \cdots & y_m \\ p_{M_k}(y_1) & p_{M_k}(y_2) & \cdots & p_{M_k}(y_m) \end{pmatrix},$$

odnosno, možemo odrediti uslovnu verovatnoću $p_{M_k}(y_j|x_i)$ da će se pri posmatranoj radnoj strategiji M_k na izlazu pojaviti y_j ako je na ulazu bilo x_i , a sami tim i verovatnoću $p_{M_k}(y_j)$ da se pri posmatranoj radnoj strategiji M_k na izlazu pojavi y_j .

Imajući u vidu da je vrsta-matrica apsolutne poželjnosti izlaznog sistema ista za sve radne strategije, to ocenu radne strategije M_k ($j=1,2,\dots,s$) neke organizacije možemo definisati na sledeći način

$$k(X, Y_{M_k}) = \sum_{j=1}^m p_{M_k}(y_j) \cdot \alpha_j.$$

Sada za strategiju M_{k_1} možemo reći da je bolja od strategije M_{k_2} , ako je $k(X, Y_{M_{k_1}}) > k(X, Y_{M_{k_2}})$. Očigledno, najbolja strategija koja polazi od sistema X i na izlazu daje odgovarajući sistem Y je upravo ona strategija koja ima najveću ocenu.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu pokazano je da se model merenja znanja koji se bazira na Šenonovom konceptu merenja količine informacije pri prenosu može uspešno primeniti i na ocenjivnje radnih strategija organizacije u nekom određenom poslu, ali i u globalnim okvirima. Ovakva metodologija pogodna je za brzu i efikasnu analizu različitih mogućnosti, pa se može koristiti za donošenje strateških odluka, pre svega odluka o izboru i sprovođenju odgovarajuće strategije.

LITERATURA

- [1] Brooking A., Corporate Memory: Strategies for knowledge management, Thompson business pres, London, 1998.

- [2] Cvijanović J.M., Dimitrijević V.V., Gujičić Ž.M., *Efikasnost neprofitnih organizacija*, Ekonomski institut, Beograd, 2002.
- [3] Shannon, C. E., *A mathematical theory of communication*. Bell System Technical Journal, vol. 27, pp. 379–423 and 623–656, July and October, 1948.
- [4] B. Šešelja, *Theory of Information and Coding*, Department of Mathematics and Informatics, Novi Sad, 2005.
- [5] M. Žižović, N. Damljanović, D. Đurčić, *Approach to measure knowledge of organisation*, SYM-OP-IS 2009, Ivanjica, 22.- 25. septembar 2009 (ISBN 978-86-80593-43-2).
- [6] M. Žižović, N. Damljanović, D. Đurčić, *Evaluation of obsolete of knowledge*, UNITECH'10, Gabrovo, Bulgaria, 19-20 November 2010, III-411-413 (ISSN 1313-230X).
- [7] M. Žižović, N. Damljanović, D. Đurčić, *Jedan pristup pojmu znanja*, X naučno-stručna konferencija: Na putu ka dobu znanja, Sremski Karlovci, 2012, (ISBN 978-86-85067-41-9).
- [8] M. Žižović, V. Ružičić, N. Damljanović, D. Đurčić, *Znanje, kompetentnost i kritična mesta organizacije*, Prva nacionalna konferencija: Kompetencije i kompetentnosti, poslovni uspeh u uslovima tržišnog poslovanja, Zlatibor, 2013.



PORTFOLIO MATRICA ZA ANALIZU VOZAČA U TRANSPORTNIM JEDINICAMA VOJSKE SRBIJE

PORTFOLIO MATRIX FOR ANALYSIS OF DRIVERS IN TRANSPORT UNITS OF THE SERBIAN ARMY

VESKO LUKOVAC, BOBAN ĐOROVIĆ, DRAGAN PAMUČAR, LJUBISLAV VASIN

Vojna akademija, Beograd, lukovacvesko@yahoo.com

Rezime: *Portfolio analiza, kao jedna od tehnika strateškog menadžmenta, je veoma pogodna za analizu ljudskih resursa, a sve u cilju stvaranje uravnoteženog portfolia istih. U ovom radu je prikazana metodologija postavljanja portfolio matrice na osnovu koje bi se moglo pristupiti analizi vozača u transportnim jedinicama vojske Srbije. Polazna osnova je bila matrica za analizu ljudskih resursa koji počiva na "BCG" portfolio modelu, a istraživanje je sprovedeno sa grupom eksperata. Utvrđivanje graničnih vrijednosti varijabli predmetne portfolio matrice izvršeno je pomoću "Delphi" metode, a validnost dobijenih rezultata potvrđena je ocjenom kompetentnosti eksperata koji su učestvovali u ovom istraživanju.*

Ključne riječi: *Portfolio matrica, Vozači, Transportne jedinice.*

Abstract: *Portfolio analysis, as one of the techniques of strategic management, is very suitable for the analysis of human resources, all in order to create a balanced portfolio of them. This paper presents a methodology for setting the portfolio matrix on the basis of which it could approach the analysis of drivers in transport units of the Serbian army. The starting point was a matrix for the analysis of human resources which is based on "BCG" portfolio model, and the research was conducted with a group of experts. Determination of limit values for the variables of the respective portfolio matrix was performed using the "Delphi" method, and the validity of the results was confirmed by the assessment of competence of experts who participated in this study.*

Keywords: *Portfolio Matrix, Drivers, Transport Unit.*

1. UVOD

Nosilac saobraćajne podrške vojske VS, kao jedne od najvažnijih funkcija njenog logističkog obezbjeđenja, je saobraćajna služba. Najveći dio ljudskih resursa u saobraćajnom sistemu angažovana je u izvršnim službama, te se čini primjerenom procjena da oko 70% ljudskih resursa u saobraćaju učestvuje u neposrednom obavljanju transportnog procesa, dok je preostali dio angažovan na poslovima administracije i uprave. Za uspješno funkcionisanje saobraćajne podrške, saobraćajnoj službi VS su neophodni prvenstveno kvalitetni ljudski resursi na izvršnom nivou – vojni vozači. Portfolio koncept kao efektan okvir za analizu ljudskih resursa, predstavlja snažnu alatku za stvaranje uravnoteženog portfolia ljudskih resursa. Shodno tome, u ovom radu je prikazana metodologija postavljanja portfolio matrice za analizu vozača u transportnim jedinicama VS.

2. PORTFOLIO ANALIZA

Pojam "portfeuille" odnosno "portfolio", potiče iz francuskog jezika i označava lisnicu, tašnu ili neko slično mjesto za čuvanje hartija od vrijednosti. Široko je prihvaćen u bankarstvu gdje se koristi za opisivanje različitih načina kombinovanja vrijednosnih papira. Markowitz je prvi u vezi sa analizom diversifikacije u oblasti poslovnih finansija opisao sistemsko-kvantificirane oblike raspoređivanja vrijednosnih papira kao portfolio. Osnovna ideja kod sastavljanja portfolia vrijednosnih papira je prenijeta na upravljanje preduzećima koja imaju diversifikovan proizvodni program. Koncept pruža odgovarajuću analitičku osnovu za balansiranje ukupnog poslovanja sa stanovišta različitih zahtjeva. Naime, od sredine šezdesetih godina menadžment velikog broja kompanija suočava se sa brojnim problemima u upravljanju u situaciji kada raste broj područja poslovanja, a postojeći sistemi planiranja ne daju odgovarajuće rezultate. Počinje se sve više uviđati da u upravljanju razvojem diversifikovanih preduzeća treba afirmirati činjenicu da su njihovi poslovi

istovremeno i specifični i međuzavisni i da različite kombinacije pojedinih područja poslovanja predstavljaju različita portfolia poslova.

Poseban tip strateškog odlučivanja je kako ograničene resurse preduzeća rasporediti na različite poslove ili proizvode. Jedinica posmatranja u portfolio analizi su poslovi koji mogu biti stratejske poslovne jedinice, proizvodi, grupe proizvoda, linije proizvoda ili određene marke proizvoda. Primjenom portfolio koncepta eksplicitno se uspostavlja međuzavisnost između različitih poslova ili proizvoda u proizvodnom programu i opredjeljuje njihova uloga u ostvarivanju dugoročnih ciljeva. Analiza može da pokaže da jedan broj poslova treba eliminisati, jedan broj zadržati, uz eventualno kasnije razvijanje i/ili specijalnu podršku, dok jedan broj novih poslova može naći svoje mjesto u portfoliju poslovanja. U najkraćem, portfolio koncept se koristi za utvrđivanje najbolje kombinacije poslova u cilju ostvarenja dugoročne rentabilnosti.

Osnovno pitanje strateškog odlučivanja je zahtjev za identifikovanjem različitih izvora i mogućnosti rasta sa stanovišta cjelokupnog portfolia poslovanja preduzeća. Iz ovoga je proistekla potreba za informacijama i koncepcijama koje pomažu vrednovanju različitih poslova, kako u okviru određenog portfolia poslovanja tako i u odnosu na poslove konkurenata.

Jedan od prvih pokušaja u operacionalizaciji ovih varijabli predstavlja studija Bostonske konsultantske grupe (Boston Consulting Group - BCG). U međuvremenu je ovaj model višestruko modifikovan i razvijen je čitav niz različitih modela za pojedine aspekte strateškog menadžmenta. Svakako, najpoznatiji su i najviše korišćeni modeli (Todorović, Đurićin i Janošević 2000):

- Portfolio model BCG - Matrica relativno tržišno učešće/rast tržišta,
- Portfolio model McKinsey/General Electric - Matrica atraktivnost industrije/snaga posla,
- ADL model - Portfolio matrica životnog ciklusa.

3. POSTAVKA PORTFOLIO MATRICE ZA ANALIZU VOZAČA U TRANSPORTNIM JEDINICAMA VOJSKE SRBIJE

Osnova za postavku portfolio matrice za analizu vozača u transportnim jedinicama VS, bila je matrica koja se prema (Zelenika i Pupavac 2004) preporučuje za analizu ljudskih resursa u transportnim preduzećima, a koji počiva na "BCG" portfolio modelu. Varijable sa kojima se operiše kod ovog modela su radna uspješnost i razvojni potencijal, a kompletiranje matrice se sastoji od četiri koraka:

- 1) Ocjenjuje se uspješnost svakog radnika,
- 2) Procijenjena spješnosti radnika određuje se kao niska ili visoka,
- 3) Procjenjuje se razvojni potencijal svakog radnika,
- 4) Procijenjeni razvojni potencijal radnika određuje se kao nizak ili visok.

Nakon toga vrši se određivanje položaja radnika u matrici, slika 1, pri čemu se svaki od radnika klasifikuje na jedan od sledećih načina (Zelenika i Pupavac 2004):

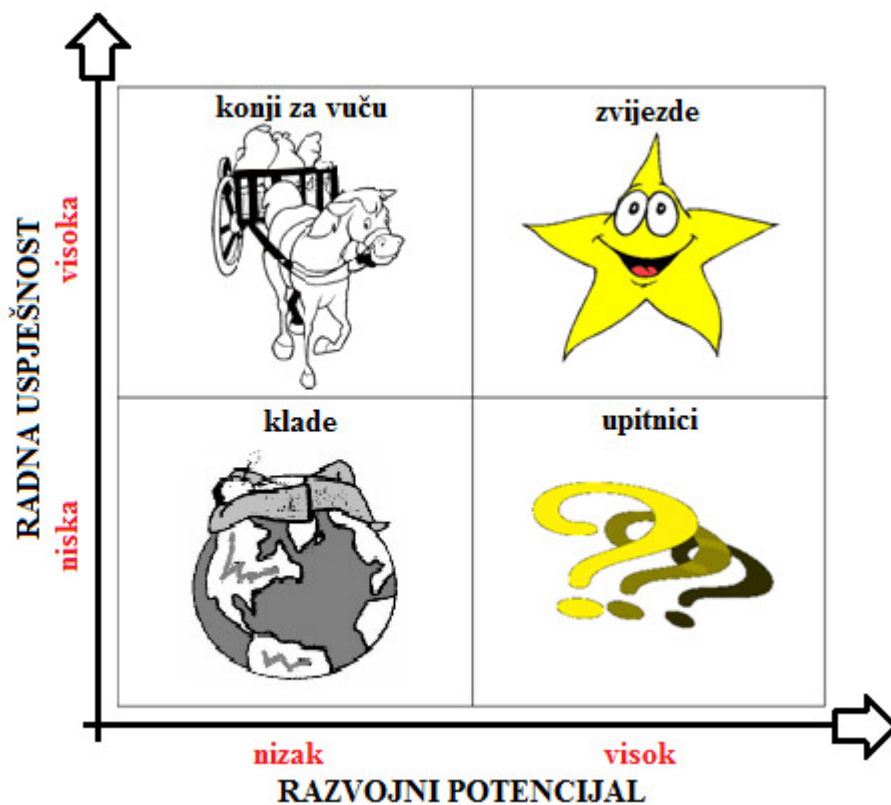
- A) Niska radna uspješnost/visok razvojni potencijal: "**upitnici**",
- B) Visoka radna uspješnost/visok razvojni potencijal: "**zvijezde**",
- C) Visoka radna uspješnost/nizak razvojni potencijal: "**konji za vuču**",
- D) Niska radna uspješnost/nizak razvojni potencijal: "**klade**".

"Upitnici". To su radnici s mogućim dugoročnim potencijalom, ali zahtijevaju značajno ulaganje u obuku i osposobljavanje, mentorski rad i sl. (pripravnici i novopridošli radnici), odnosno razvoj prikladnih sistema nagrađivanja i davanje izazovnijih radnih zadataka (radnici koji rade ispod nivoa vlastitih mogućnosti).

"Zvijezde". Ako se njima upravlja na pravi način imaju potencijal za preuzimanje sve izazovnijih i odgovornijih poslova. Zvijezde su radnici koji su nosioci unutrašnjeg preduzetništva i od njih u najvećoj mjeri zavisi stepen dinamičnosti i prilagodljivosti saobraćajne firme izazivima iz okruženja. Temeljni su činioc povećanja potencijalne kreativnosti poslovanja od strane pojedinca, preko tima do nivoa saobraćajnog preduzeća kao cjeline. Radi se o ljudima slobodna i otvorena duha, svjesnih kako ne treba ostati zatvoren u svoja znanja i spoznaje. Zahtijevaju velika ulaganja u razvoj.

"Konji za vuču". U svakom saobraćajnom preduzeću čine većinu radnika. Radi se o pouzdanim ljudima koji uspješno obavljaju svoje poslove i tako osiguravaju dobro funkcionisanje preduzeća. Zahtijevaju povremeno osvježavanje i unapređivanje znanja, te nematerijalne strategije motivacije [3].

"Klade". Označavaju radnike u saobraćajnom preduzeću sa slabim kratkoročnim i dugoročnim potencijalom. Saobraćajna preduzeća trebaju nastojati da ih se oslobode ili da ih premjeste na manje zahtjevna radna mjesta. To bi trebala biti radna mjesta koja nemaju direktan kontakt s korisnicima transportnih usluga i ne utiču bitno na bezbjednost saobraćaja.



Slika 1: Matrica za analizu ljudskih resursa

Pošto su ljudski resursi u saobraćajnom preduzeća analizirani na takav način, pristupa se kreiranju uravnoteženoga portfolia ljudskih resursa. Broj "upitnika" (problematičnih radnika)-onih koji mogu ali neće, potrebno je svesti na najmanju moguću mjeru. Isto važi i za "klade". Dugoročno gledano sve "klade" i dobar dio onih koji mogu ali neće, predstavljaju potencijalne kandidate za eliminaciju iz portfolia ljudskih resursa saobraćajnog preduzeća. Njihov ukupan broj u portfoliju ljudskih resursa ne bi smio prelaziti 20 %. Svođenjem njihovog broja na najmanju moguću mjeru, automatski se povećava efektivnost ulaganja u obrazovanje i obuku ostalih radnika. Broj "zvijezda" i "konja za vuču" potrebno je maksimizirati s tim da bi broj "zvijezda" trebao činiti barem 10 % portfolia ljudskih resursa (Zelenika i Pupavac 2004).

Opisana metodologija je pogodna i za primjenu u transportnim jedinicama VS, jer su obje varijable sa kojima se operiše kod ovog koncepta mjerljive i dostupne ljudima koji komanduju (upravljaju) tim jedinicama. Shodno tome, u ovom radu prikazana je metodologija koja je sprovedena u cilju postavke portfolio matrice za anлізу vozača civilnih lica u transportnim jedinicama VS.

Radna uspješnost civilnog vozača vojnog motornog vozila procjenjuje se jednom godišnje (na kraju kalendarske godine) i predstavlja određenu brojčanu vrijednost na petostepenoj skali ocjenjivanja (od 1 do 5):

- od 4,78 do 5,00 – "naročito se ističe",
- od 3,77 do 4,77 – "ističe se",
- od 2,77 do 3,76 – "dobar",
- od 1,65 do 2,76 – "zadovoljava",
- ispod 1,65 – "ne zadovoljava".

Civilno lice vozač čija je radna uspješnost procijenjena ocjenom "ne zadovoljava" (ispod 1,65) nakon tri mjeseca podliježe ponovnom – vanrednom ocjenjivanju. Ukoliko i nakon vanrednog ocjenjivanja isto lice dobije ocjenu ispod 1,65 pokreće se procedura za njegovim prekidom službe u VS.

Svi vojni vozači (civilna lica i profesionalni vojnici) prilikom prijema u vojnu službu podliježu i psihološkoj selekciji – bateriji psiho testova ("Hedonika 5") čiji izlaz je takođe brojčana vrijednost koja između ostalog govori i o razvojnem potencijalu lica koje joj je bilo podvrgnuto. Nakon ovog testiranja, a shodno ostvarenim rezultatima, kandidat za vozača se svrstava u jednu od pet kategorija po sledećem:

- I kategorija (4,50 do 5,00) – "izuzetan",
- II kategorija (4,00 do 4,49) – "iznad prosjeka",
- III kategorija (3,00 do 3,99) – "prosječan",

- IV kategorija (2,50 do 2,99) – "ispod prosjeka",
- V kategorija (ispod 2,50) – "ne zadovoljava".

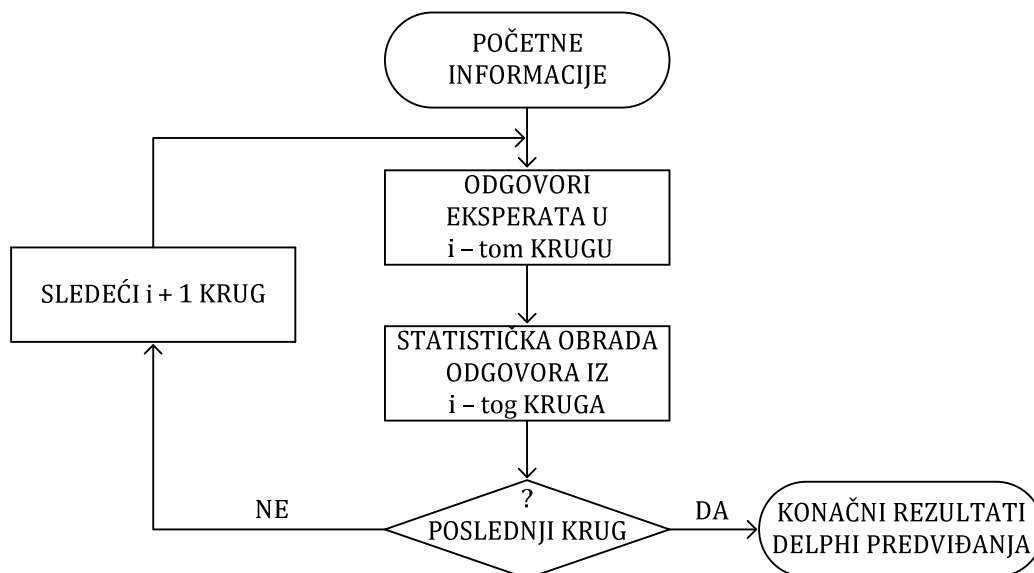
Lica iz kategorije V ("ne zadovoljava") ne mogu biti primljena u vojnu službu uopšte, a lica iz kategorije IV ("ispod prosjeka") ne mogu biti vojni vozači. Dakle, vojni vozači mogu biti lica koja su nakon ovog testiranja svrstana u kategoriju I, II ili III.

Definisanjem graničnih vrijednosti u odnosu na koje će se utvrđene vrijednosti navedenih varijabli portfolio matrice ("radna uspješnost" i "razvojni potencijal") smatrati niskim, odnosno visokim, ispunjavaju se uslovi za portfolio analizu vojnih vozača civilnih lica.

3.1. Utvrđivanje graničnih vrijednosti portfolio matrice

Za utvrđivanje graničnih vrijednosti portfolio matrice za analizu vojnih vozača civilnih lica sprovedena je anketa sa grupom stručnjaka – eksperata, u daljem tekstu "Grupa eksperata" (GEX). GEX je sačinjavalo dvadeset lica. Deset lica u GEX su bili oficiri Saobraćajne službe VS, kojima je procjena radane uspješnosti neposrednih izvršilaca tj. vozača bila jedna od obaveza koja je proisticala iz funkcionalne dužnosti koju su obavljali, dok je preostalih deset lica iz GEX bilo iz sastava Odeljenja za mentalno zdravlje i vojnu psihologiju Klinike za psihijatriju Vojnomedicinske akademije, koje je na osnovu rezultata baterije psiho testova ("Hedonika 5") zaduženo za psihološku selekciju svih pripadnika VS.

U cilju utvrđivanja graničnih vrijednosti predmetne portfolio matrice sa GEX sprovedena je "Delphi" metoda. Metoda se temelji na statističkoj obradi prikupljenih mišljenja, dobijenih anketiranjem eksperata za određeno područje. Postupak sprovođenja metode prikazan je slikom 2 (Lukovac 2010).



Slika 2: Tok "Delphi metode"

Metoda se sprovodi sa izabranim skupom eksperata (E_1, E_2, \dots, E_n) koji su međusobno anonimni u onoliko krugova koliko je potrebno da odstupanje u srednjim vrijednostima graničnih vrijednosti posmatranih varijabli bude zanemarljivo.

Nakon dobijanja odgovora od svih učesnika iz prvog kruga vrši se njihova statistička obrada, koja podrazumijeva izračunavanje srednje vrijednosti (Mean), varijanse (Variance) i standardne devijacije (Std. Deviation). Informacije o odgovorima cijele grupe dostavljaju se ekspertima u materijalu za drugi krug, tako da eksperti imaju prilike da svoje prognoze promijene ili zadrže. Odgovori se ponovo sakupe i obrade na isti način kao u prethodnom krugu. Ovaj postupak se ponavlja sve dok srednje vrijednosti $i + 1$ -vog kruga ne pokažu neznatna odstupanja od srednjih vrijednosti i - tog kruga (najčešće ne više od 5 krugova) odnosno dok vrijednost koeficijenta varijacije ne spadne na zadovoljavajući nivo. Tada se konstatuje da je dobijen prihvatljiv stepen konsenzusa čime se proces završava (Bukumirović i Čupić 2005).

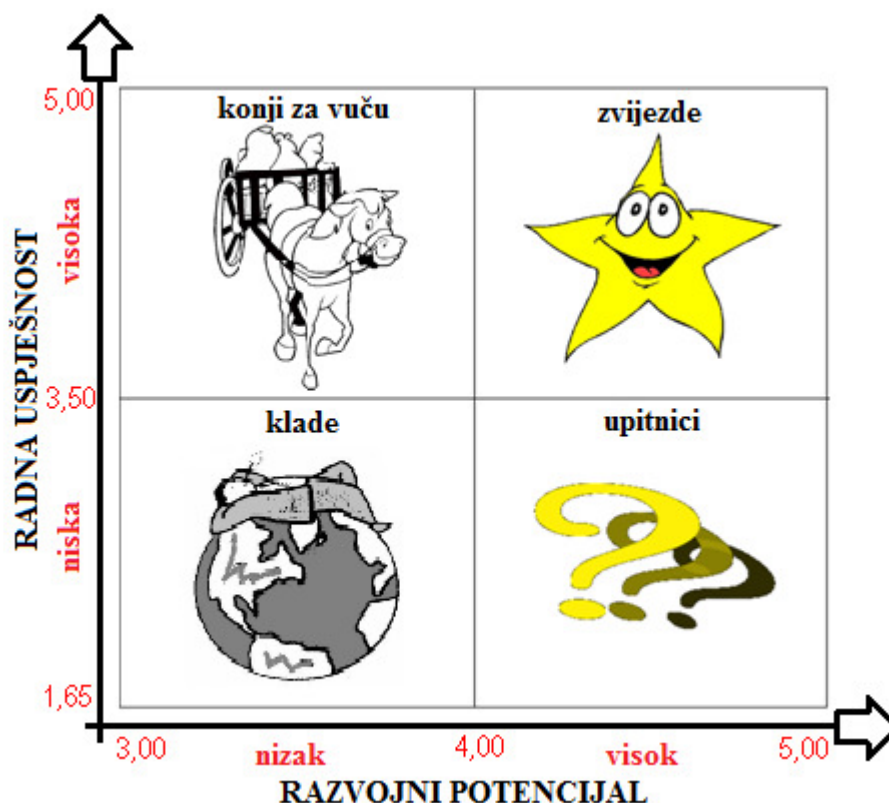
U skladu sa opisanom metodologijom sprovođenja "Delphi" metode, članovima GEX je uručen upitnik, na osnovu kojeg su dobili zadatak da na skali radne uspješnosti intervala 1,65 – 5,00, kao i skali razvojnog potencijala intervala 3,00 – 5,00, utvrde granične vrijednosti u odnosu na koje će se posmatrane varijable

prethodno opisane portfolio matrice smatrati niskim, odnosno visokim. Podaci su statistički obrađivani (Mean, Variance, Std. Deviation) u programskom paketu SPSS 11.5 for Windows, a prihvatljiv stepen konsenzusa postignut je nakon trećeg kruga ovog procesa, tabela 1.

Tabela 1: Statistička obrada trećeg kruga "Delphi" metode u SPSS–u 11.5

Varijable	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Varijansa
Radna uspješnost	3,5	0,340	0,116
Razvojni potencijal	4,0	0,302	0,091

Rezultati sprovedenog Delphi predviđanja (tabela 1), pokazuju da se radna uspješnost vojnog vozača civilnog lica može smatrati niskom ukoliko je njena vrijednost u intervalu od 1,65 do 3,50, odnosno visokom ukoliko je u intervalu od 3,51 do 5,00. Što se tiče razvojnog potencijala vozača civilnog lica, rezultati sprovedenog istraživanja ukazuju na to da se razvojni potencijal može smatrati niskim za vrijednosti iz intervala 3,00 do 4,00, odnosno visokim za vrijednosti iz intervala 4,01 do 5,00, slika 3.



Slika 3: Portfolio matrica za analizu vojnih vozača civilnih lica

Validnost rezultata dobijenih nakon sprovedenog Delphi predviđanja potvrđena je kroz postupak ocjene kompetentnosti GEX. Kompetencija GEX, ocijenjena je prema modelu razvijenom za ocjenu kompetencije eksperata pri istraživanju optimalne varijante organizacione strukture (Đorović 2003). Kada se za svakog eksperta ovim modelom, utvrdi koeficijent kompetencije K , koeficijent kompetencije GEX utvrđuje se kao njihova aritmetička sredina. Prema ovom modelu, prihvatljivim koeficijentom kompetencije GEX smatra se koeficijent čija je vrijednost veća od 0,5. Tabelom 2, prikazani su koeficijenti kompetencije eksperata, kao i utvrđeni koeficijent kompetencije GEX. Kako je, nakon sprovedenog postupka, koeficijent kompetencije GEX 0,6783125, rezultati Delphi predviđanja u cilju definisanja graničnih vrijednosti varijabli predmetne portfolio matrice mogu se smatrati validnim ($K > 0,5$).

Tabela 2: Koeficijent kompetencije GEX

Eksperti	Koeficijent kompetencije
1	0,595
2	0,72875
3	0,745
4	0,65125
5	0,52875
6	0,8375
7	0,6225
8	0,75625
9	0,8025
10	0,4925
11	0,6525
12	0,83625
13	0,7425
14	0,5825
15	0,72875
15	0,685
17	0,84625
18	0,53625
19	0,6675
20	0,52875
Koeficijent kompetencije GEX	0,6783125

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata istraživanja prikazanih u ovom radu, može se zaključiti da je "BCG" portfolio matrica za analizu ljudskih resursa (radna uspješnost – razvojni potencijal) pogodna osnova za razvoj portfolio matrice za analizu vozača u transportnim jedinicama VS. Prikazana metodologija razvoja ove matrice, može imati i širu primjenu – za razvoj portfolio matrica za analizu ljudskih resursa i u ostalim jedinicama VS.

"Delphi" metoda, kao jedna od najvažnijih metoda intuitivnog predviđanja, pokazala se kao pogodan alat za definisanje graničnih vrijednosti varijabli prilikom razvoja predmetne portfolio matrice. Isto tako, rezultati sprovedenog postupka za ocjenu kompetentnosti eksperata koji su učestvovali u ovom istraživanju, potvrdili su validnost rezultata dobijenih nakon sprovedenog "Delphi" predviđanja, čime su ispunjeni uslovi za portfolio analizu vozača u transportnim jedinicama VS prema predloženoj matrici.

Kako se informacija o razvojnom potencijalu vojnog vozača dobija već prilikom njegovog prijema u vojnu službu, na kraju se da zaključiti, da se portfolio analizi vojnih vozača u transportnoj jedinici kojoj pripadaju, prema predloženom modelu, može pristupiti nakon redovnog godišnjeg ocjenjivanja njihove radne uspješnosti. Prema preporukama (Zelenika i Pupavac 2004), nakon sprovedene portfolio analize, ukupan broj "klada" i "upitnika" u portfoliu ne bi smio prelaziti 20 %, dok bi broj "zvijezda" i "konja za vuču" trebalo maksimizirati, s tim što bi broj "zvijezda" trebao činiti barem 10 % portfolia.

LITERATURA

- [1] Bukumirović M., & Čupić A. (2005). Vrednovanje karakteristika infrastrukture poštanskih centara, XXIII Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2005, Beograd.
- [2] Đorović B. (2003). Istraživanje projektovanja organizacione strukture upravnih organa saobraćajne službe, doktorska disertacija, Vojna Akademija, Beograd.
- [3] Lukovac V. (2010). Model za ocjenjivanje kvaliteta rada vojnih vozača, magistarski rad, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
- [4] Todorović J., Đuričin D., & Janošević S.(2000). Strategijski menadžment, treće izdanje, Institut za tržišna istraživanja Beograd, Beograd.
- [5] Zelenika R., & Pupavac D. (2004). Upravljanje ljudskim potencijalima u prometu, Veleučilište u Rijeci, Rijeka.



SAVREMENI MENADŽMENT U FUNKCIJI GLOBALNOG POSLOVANJA

MODERN MANAGEMENT THE FUNCTION OF GLOBAL BUSINESS

DR MILENKO MACURA, MACURATRECA@GMAIL.COM

Treća beogradska gimnazija, Beograd, Srbija

Rezime: Naše doba je vreme transformacija i promena, koje prevazilazi sve granice, povezujući ceo svet u globalnim okvirima. Savremena poslovna praksa ukazuje da menadžment ima ključnu ulogu u procesu integracije i promena na međunarodnoj osnovi u gotovo svim sferama naučnog, privrednog i društvenog života. Afirmacija savremenog menadžmenta ostvaruje se u procesu transformacije i razvoja savremenih organizacija kao fokusno područje holističkih sistema u kontekstu globalnog menadžmenta. Uloga menadžmenta ogleda se u kreiranju vizije, misije, ciljeva, strategija, planova i projekata za efikasno aktiviranje materijalnih, finansijskih i ljudskih resursa, u kontekstu ciljeva i strateških rešenja za njihovo ostvarenje. U ovom radu razmatra se sistem i proces savremenog menadžmenta „IPAK“ koji uključuje istraživanje, planiranje, izvođenje i kontrolu uz odgovarajuću organizaciju sa povratnom spregom u procesu ostvarenja individualnih i organizacionih ciljeva. U tom kontekstu, savremeni menadžment ostvaruje visok stepen efikasnosti, inovativnosti i fleksibilnosti u ostvarenju sinergetskih efekata.

Ključne reči: transformacioni procesi, menadžment, strateški faktori, strateška rešenja, sinergetski efekti.

Abstract: Our age is the time of transformation and change, which transcends all boundaries in connecting the world in global terms. Modern business practice suggests that management has a key role in the integration process and change on the international basis in almost all spheres of scientific, economic and social life. Affirmation of modern management is realized in the process of transformation and development of modern organizations as focal area of holistic systems in the context of global management. The role of management is reflected in the creation of the vision, mission, goals, strategies, plans and projects for the efficient activation of material, human and financial resources, in the context of the objectives and strategic solutions to achieve them. This paper deals with a system and process of modern management "IPAC" that encompasses information, planning, action and control of the relevant organization along with feedback in achieving individual and organizational goals. In this context, the modern management achieves a high degree of efficiency, innovation and flexibility in the realization of synergy effects.

Key words: transformation processes, management, strategic factors, strategic solutions, synergy effects.

1. UVOD

Savremeno doba je vreme transformacija i promena. Globalizacija, kao univerzalni proces integracije i promena na međunarodnoj osnovi, zahvatila je gotovo sve sfere naučnog, privrednog i društvenog života. U težnji za dominacijom i sferama uticaja, intenzivira se konkurentska borba bez skrupula, prvenstveno u domenu političkih i ekonomskih odnosa. Uporedo sa procesima globalizacije, razvijaju se i procesi međuzavisnosti i integracije, kako u domenu tehnologije i ekonomije, tako i na političkom planu. Da bi se iskoristile šanse i izbegle opasnosti, razvija se proces prestrukturiranja i udruživanja, odnosno stvaranja partnerstva i strateških saveza, kako kompanija, tako i država, odnosno regiona. Svet se menja takvom brzinom da svaka naredna godina i ne liči na prethodnu (Peter F. Dracker, 1992). Shodno tome, nove okolnosti zahtevaju drugačije ponašanje i kontinuelno prilagođavanje, odnosno upravljanje promenama.

U procesu transformacija i promena postepeno nestaju tradicionalne organizacije i njihove strukture zasnovane na hijerarhijskim odnosima. Istovremeno odvija se proces afirmacije savremenih organizacija, sa multiformnim decentralizovanim strukturama, koje se formiraju u kontekstu savremenog menadžmenta.

Savremena organizacija¹ deluje u turbulentnom okruženju, pod uticajem brojnih ekstrernih i internih faktora, koji determinišu njeno ponašanje u poslovnim procesima i ostvarenim rezultatima. Činjenica je da je savremena organizacija otvoren i dinamičan sistem, koji ne egzistira sam za sebe, već dinamično odgovara brojnim uticajima različitih faktora, i koji u sve većoj meri poprima tendenciju diskontinualnog razvoja.

Imperativ promena počiva na paradoksu, po kojem prihvatanje i kreiranje promena stvara stabilnost, dok otpor promenama izaziva kaos sa nesagledivim posledicama. Ova zakonitost, sa univerzalnim značenjem potvrđuje se u svakodnevnom životu u svim oblastima ljudskog delovanja i ponašanja. Svet se menja takvom brzinom da svaka naredna godina ne liči na prethodnu. Shodno tome, nova situacija zahteva drugačije ponašanje i kontinuelno prilagođavanje, odnosno odgovarajući menadžment u kontekstu promena. Stoga je neophodno da svoj poslovni brod, koji plovi kroz turbulentno okruženje, uzmemo u svoje ruke i usmerimo ka ciljevima, kako ne bi završio kao „Titanik“ u uzburkanom okeanu².

Afirmacija savremenog menadžmenta ostvaruje se u procesu transformacije i razvoja savremenih organizacija kao holističkih sistema, u kojim ljudski faktor ima dominantnu ulogu u ostvarenju sinergetskih efekata. Polazeći od holističkog pristupa, menadžment se definiše kao svrshodno usmeravanje organizacije, kao univerzalnog poslovnog sistema, u procesu ostvarenja individualnih i organizacionih ciljeva. U širokom spektru razmatra se priroda i proces menadžmenta, koji funkcioniše kao kontinuelni proces istraživanja, planiranja, izvođenja i kontrole poslovnih akcija, uz odgovarajuću organizaciju, sa povratnom spregom (Macura, 2012).

2. SAVREMENI TRENDVI POSLOVNOG OKRUŽENJA

Savremeni uslovi poslovanja, globalizacija, povećana konkurencija i informaciona povezanost, zahtevaju upotrebu savremenih i sofisticiranih metoda i tehnika i pristupa menadžmenta koje obezbeđuju racionalno i efikasno delovanje i poslovanje privrednih i neprivrednih subjekata.

Organizacije obavljaju svoje aktivnosti delujući u poslovnom okruženju. Proces globalizacije uzrokuje turbulencije u okruženju, a savremeni menadžment iznalazi adekvatne odgovore na tržišne izazove. Na toj osnovi organizacija uspostavlja fleksibilne i harmonične poslovne odnose u ritmu promena, koristeći raspoložive resurse, sa težnjom da ostvari najpovoljniju tržišnu poziciju i poslovne rezultate.

Kontinuelno širenje tehnologije i menadžerskog Know-How, reorganizacija ekonomskih, političkih, kulturnih i tržišnih granica, u kontekstu globalizacije, uveravaju nas da ćemo i u budućnosti imati više turbulencije i sve složenije poslovno okruženje. U kontekstu globalnih promena, organizacija će se suočavati sa fragmentiranim svetskim tržištima, koja će se, zbog etičkih i kulturnih razlika, diferencirati po preferencijama kupaca i njihovim navikama (Stoner, R., Friman, E., Gilbert, 1997). Osim toga, tržišni segmenti će se kontinuirano menjati i rekonstruisati, podstičući inovacije i konkurenciju, uz istovremeno formiranje strateških saveza i koalicionog partnerstva.

Organizacija, kao univerzalni poslovni sistem, je istovremeno i objekat - subjekt razvoja. Stoga ona funkcioniše na osnovu uzajmnog delovanja sa okruženjem. Shodno tome, povećanjem kompleksnosti poslovnog okruženja, uslediće i povećanje složenosti organizacija budućnosti (Ikač, 2005). U tom smislu, može se očekivati da će se poslovno okruženje razvijati u tri osnovna pravca:

- 1). Povećanje raznolikosti;
- 2). Rastuće znanje;
- 3). Povećanje turbulencije.

Raznolikost se odnosi na stepen sličnosti i razlike elemenata poslovnog okruženja, što je svojstveno globalnom svetu. Povećanje globalne raznolikosti ima tri važne implikacije:

Prva se tiče tehnoloških rešenja, koja odgovaraju fragmentiranim preferencijama i potrošačkim navikama. Kako o ovom pitanju postoje različiti stavovi, može se očekivati da će se tehnologija masovno prilagođavati zahtevima tržišta, sa tendencijom da se svaka kupovina i svaka prodaja standardizuju.

Druga važna implikacija globalne raznolikosti odnosi se na pitanje kako firma da organizuje svoje globalne poslove u svetu raznolikosti. Formiranje organizacione strukture u globalnim kompanijama podrazumeva veoma složena rešenja, koja su diverzifikovana u kontekstu složenosti biznisa i formiranje strateških saveza i koalicionog partnerstva. U takvim sistemima sirovine se kupuju tamo gde su jeftinije,

¹ Pojam „organizacija“ koristimo kao sinonim za preduzeće, kompaniju, korporaciju, firmu ili ustanovu, koja obavlja društveno-korisnu aktivnost kao poslovni entitet.

² „Šije su nam se ukočile gledajući unazad. Retrospektivno čeprkanje po prošlosti gde - slepi za ono što nam momentalno ne odgovara – pronalazimo samo pseudo-dokaze za teze i parole potrebne svakodnevnoj politici, svakako je značajan deo pogubnog sindroma koji nas već godinama davi i uništava“. Stjepan Han: Kakav će biti menadžer početkom XXI veka i Juman 94, Budva 1994, str. 145.

proizvodnja se odvija na lokacijama sa nižim troškovima, dok se prodaja vrši na tržištima gde se postižu najveće cene i najpovoljnija tržišna pozicija.

Prema **trećoj** implikaciji uspešna organizacija će biti direktno povezana sa pulsiranjem tržišta. Ona će posedovati sposobnosti fleksibilnog i efikasnog odgovora na tržišne izazove. To podrazumeva značajne promene u poslovnom sistemu i njegovom funkcionisanju. Danas uspešne kompanije stiču konkurentsku prednost na osnovu znanja, odnosno superiornosti u ljudskim resursima. Stoga se mnogi teoretičari i ugledni poslovni ljudi slažu u stavu, da je znanje najvažniji resurs vodećih organizacija u savremenom svetu. Posebnu prednost imaju one organizacije koje su napustile tradicionalnu hijerarhijsku strukturu i preferiraju holističku, odnosno fleksibilnu konfiguraciju organizacije u ravni, u kontekstu savremenog menadžmenta.

Delujući u uslovima turbulentnog-poslovnog okruženja, savremene organizacije primenjuju strategijski pristup i ostvaruju fleksibilno prilagođavanje promenama. Značaj dobre organizacije je u njenom svojstvu da generiše rezultate koji prevazilaze potencijale raspoloživih materijalnih i kadrovskih resursa. Shvaćena kao razvojna snaga društva, organizacija i kod nas doživljava svoju renesansu (Dulanović, Jaško, 2005). Savremene organizacije vrše kontinuelno i sistemsko istraživanje internog i eksternog okruženja, identifikujući svoje snage i slabosti, kao i tržišne šanse i opasnosti. U tom kontekstu, menadžment ima ključnu ulogu i značaj, kako za organizaciju kao poslovni identitet, tako i za društvenu zajednicu i čitavo čovečanstvo.

3. AKTUELNI PROCESI U SAVREMENOM MENADŽMENTU

Nasuprot tradicionalnoj organizaciji koja teži da obezbedi stabilnost sistema, odnosno kontinuelni rast, razvoj i zaposlenost, savremena organizacija ulaže napore da ostvari fleksibilnost i profit na globalnoj osnovi. Shodno tome konstituiše se organizaciona struktura, u kontekstu savremenog menadžmenta.

Shodno holističkom pristupu, savremena organizacija se ne posmatra kao mašina, koja deluje na determinističkim principima, već kao dinamički sistem, koji se usmerava sa određenim stepenom verovatnoće (Chandler, 1962). To je „Red kroz odstupanje“, odnosno neravnoteža je izvor reda u univerzumu, a red nastaje iz haosa. Sistem je u relativnoj neravnoteži, jer na otvorene sisteme deluju faktori iz okruženja, preko nepredvidivih fluktuacija. Delujući na holističkim osnovama, savremena organizacija, kao poslovni sistem, ostvaruje sinergetske efekte, tako da njene pojedine funkcije i poslovne jedinice, radeći zajedno u kooperaciji, postižu veću produktivnost nego kad bi radile odvojeno.

U interakciji sa turbulentnim poslovnim okruženjem savremena organizacija funkcioniše kao otvoreni sistem, koji ostvaruje dinamičan razvoj i kontinuelno povećanje poslovnog uspeha na globalnim osnovama. Na toj osnovi, mogu se identifikovati bazične tačke savremenih poslovnih sistema, u kontekstu globalnog menadžmenta:

- 📖 Ne postoji determinisanost odnosa u savremenim dinamičkim sistemima;
- 📖 Hijerarhijske strukture ustupaju mesto fleksibilnim strukturama, koje se formiraju u ravni, na holističkim osnovama;
- 📖 Ljudski resursi, kao nosioci znanja i aktivnosti, postaju ključni faktor poslovnog uspeha;
- 📖 Uravnotežen odnos organizacije i poslovnog okruženja obezbeđuje dinamičan razvoj i kontinuelno povećanje efikasnosti u poslovanju;
- 📖 Savremeni poslovni sistemi formiraju holistički menadžment, u kojem su menadžeri prvenstveno mentori i koordinatori aktivnosti, a ne hijerarhijski autoriteti i kontrolori;
- 📖 Holistički menadžment pokazuje superiornost i znatno viši stepen efikasnosti i efektivnosti u odnosu na tradicionalni menadžment.

Holistički model počiva na složenoj strukturi, u kojoj su svi delovi slobodni, a odgovornost i moć horizontalno raspoređeni. U ovom modelu (organizacija u ravni), nema hijerarhijskih odnosa, koji su osnovna karakteristika tradicionalnih sistema.

Organizacija mora da radi kao celina. Celina postoji u svakom delu, kao u ljudskom telu. Ukoliko ste bolesni, uzorak vaše krvi ili merenje vaše temperature lekaru predstavlja dobar pokazatelj, bez obzira na to sa kog dela je uzorak tela uzet. Kupci organizaciju sagledavaju kao celinu zato što ih interesuje šta ona pruža kao proizvod ili uslugu, a ne to da li npr. odeljenje za dizajn radi bolje od magacina. U tom kontekstu, menadžeri ne mogu da rade efektivno svoj deo posla bez razumevanja simultanih odnosa u celini. Poslovne organizacije funkcionišu kao celina, a celokupnost je funkcija stalne, efikasne komunikacije, poput krvotoka i centralnog nervnog sistema (Torington, 2004).

Dinamičke promene u poslovnom okruženju, u kontekstu globalizacije, ragrađuju tradicionalne strukture zasnovane na hijerarhijskim odnosima. Turbulentno okruženje zahteva ambivalentno spretnu strukturu, koja je istovremeno efikasna, inovativna i fleksibilna.

Savremena organizacija teži vertikalnoj dezagregaciji, dok se njene poslovne funkcije okružuju različitim organizacijama, koje nastupaju kao nezavisni entiteti. U zavisnosti od tržišnog mehanizma, funkcije dizajna, razvoja, proizvodnje i distribucije se privremeno udružuju sa drugim organizacijama i njihovim poslovnim jedinicama, formirajući zajedničke projekte i poslove na globalnim relacijama. Osnovu ove integracije čine poslovni interesi koalicionih partnera.

Vertikalna dezintegracija firme pokazuje sposobnost efikasnog izvođenja poslovnih akcija preko njenih funkcionalnih jedinica, dok istovremeno odražava maksimalnu fleksibilnost sistema kao celine. Individualne poslovne jedinice se organizuju tako da obezbeđuju maksimiranje profita, u kontekstu turbulentnog okruženja, koje vrši pritisak uspostavljajući zahteve za sticanjem znanja i angažovanjem kompetentnih ljudskih resursa. Savremene organizacije su profesionalni entiteti, u kojima ljudski resursi multiplikuju svoju ulogu, kontinuelno formirajući timove i učestvujući u novim i različitim organizacionim grupama, koje rešavaju različite probleme. Jedan reprezentativan primer takve organizacije može da posluži japanski Casio.

Dok su njegovi konkurenti organizovani oko poslovnih funkcija (inženjering, proizvodnja, marketing) na osnovu jake vertikalne integracije, Casio je vrlo malo ulagao u proizvodne kapacitete. Njegova snaga je u fleksibilnosti, a funkcionalna strategija je oslonjena na integrisani dizajn, razvoj i marketing koji istražuje zahteve i potrebe potrošača, pretvarajući ih u odgovarajuće proizvode koji donose profit. Shodno promenama u poslovnom okruženju, glavnu ulogu imaju ljudski resursi koji funkcionišu u procesu savremenog menadžmenta i preferiraju globalnom usmerenju, sa različitim varijacijama, u zavisnosti od vrste delatnosti i karakteristika tržišta na kojem deluje.

4. KONCEPCIJSKE OSNOVE SAVREMENOG MENADŽMENTA

Turbulentne promene u poslovnom okruženju i formiranje savremenih holističkih sistema pomeraju filozofiju menadžmenta i menjaju ulogu menadžera u poslovnim procesima. U tom kontekstu, menadžment se može definisati kao svrsishodno usmeravanje aktivnosti organizacije, kao univerzalnog poslovnog sistema, u procesu ostvarenja individualnih i organizacionih ciljeva.

Svrsishodno usmeravanje implicira strategijski pristup sa naglaskom na organizaciju kao univerzalni poslovni sistem. To znači da se filozofija menadžmenta primenjuje na sve organizacije, bez obzira na vrstu delatnosti. Proces ostvarenja individualnih i organizacionih ciljeva podrazumeva procesni pristup, koji se odvija u kontinuitetu sa povratnom spregom, kao na slici 1.

Prema prikazanom modelu eksplicirane su funkcije poslovnog sistema, koje funkcionišu na osnovama univerzalnih principa, po definiciji. Na toj osnovi, svaka funkcija formira sopstveni menadžment u kontekstu globalnog menadžmenta organizacije kao poslovnog sistema koji integriše:

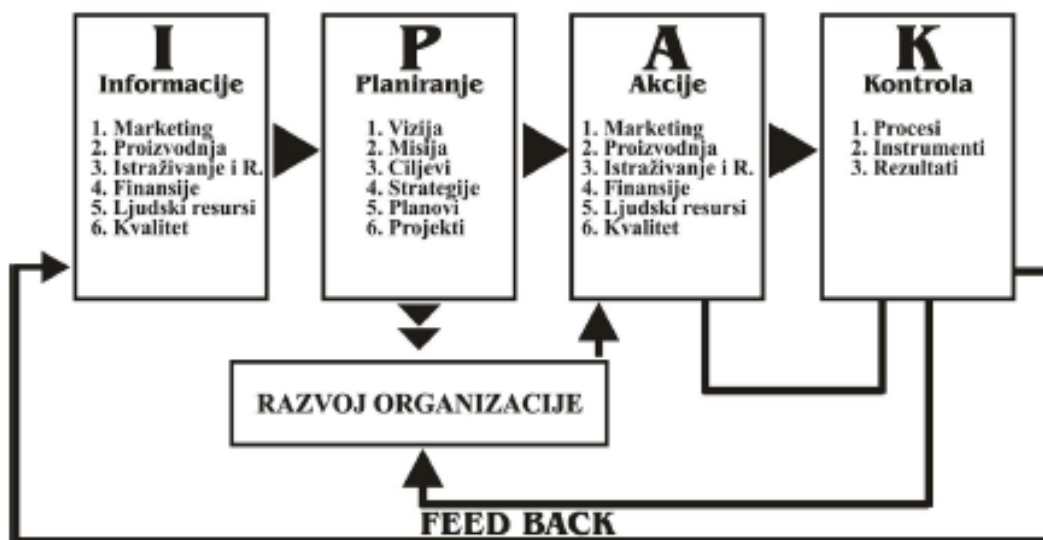
- 📖 menadžment marketinga;
- 📖 menadžment proizvodnje (proizvoda i usluga);
- 📖 menadžment istraživanja i razvoja;
- 📖 menadžment finansija;
- 📖 menadžment kvaliteta, i
- 📖 menadžment ljudskih resursa.

Sistem menadžmenta uključuje strategijsku i operativnu dimenziju, gde strategijski menadžment određuje pravce, metode i tempo razvoja organizacionog delovanja u turbulentnom okruženju, u procesu ostvarenja ciljeva. Operativni menadžment proizlazi iz strategijskog, sa kojim čini kompleksnu celinu, u kom organizacija uspostavlja strukturalne i input-output odnose sa poslovnim okruženjem, formirajući strategijsku poziciju, u kontekstu snaga i slabosti, šansi i rizika. U tom kontekstu, opstanak i razvoj organizacije zahteva efikasnu upotrebu raspoložljivih resursa i fleksibilno delovanje u dinamičkom okruženju.

U praktičnom smislu, u kontekstu poslovnog sistema, menadžment funkcioniše kao kontinuelni proces istraživanja, planiranja, izvođenja i kontrole poslovnih akcija, uz odgovarajuću organizaciju, sa povratnom spregom. Rezultat tog procesa je optimalno zadovoljavanje potreba kupaca i ciljeva svih učesnika, koji su direktno ili indirektno uključeni u poslovne procese (kupci, dobavljači, banke, razni partneri, vlasnici

kapitala, zaposleni i država, u najširem značenju). Time se menadžment filozofija transformiše iz teorije u praksu, a poslovni rezultati nam pokazuju koliko se u tome uspelo (Macura, 2012).

„IPAK”



Slika 1: Sistem i proces globalnog menadžmenta

Prema prikazanom modelu proces menadžmenta otpočinje i završava sa informacijama. Dakle, savremeni menadžment se prepoznaje po tome što ima razvijen sistem informacija za strategijsko i operativno delovanje. Strategijski menadžment određuje pravce, metode i tempo razvoja organizacionog delovanja u turbulentnog okruženja, u procesu ostvrenja ciljeva. Operativni menadžment proizlazi iz strategijskog, sa kojim čini kompleksnu celinu. U tom kontekstu, informacije postaju kritični faktori i merilo uspešnosti svake pojedinačne faze i ukupnog procesa menadžmenta.

Planiranje u procesu menadžmenta je kontinuelni proces odlučivanja, koji uključuje viziju, misiju, ciljeve politike, strategije, projekte i planove. Rezultati procesa planiranja su optimalne planske projekcije, koje predstavljaju polaznu osnovu za izvođenje poslovnih akcija i ostvarenje individualnih i organizacionih ciljeva i strategija globalne organizacije (Harrison, 1995). Holistički model, zasnovan je na stavu da su ljudski resursi ključni faktor konkurentnosti i poslovnog uspeha organizacije. U tom kontekstu, sve funkcije, organizacioni entiteti i svi članovi organizacije, učestvuju u procesu formiranja strategije, snoseći istovremeno odgovornost za ostvarene rezultate.

Izvođenje akcija u procesu predstavlja svrshodno delovanje u kontekstu menadžmenta organizacije kao poslovnog sistema. Poslovne akcije, se izvode preko poslovnih funkcija, poslovnih jedinica, timova i pojedinaca, koji obavljaju odgovarajuće aktivnosti. Osnovna pretpostavka za uspešno izvođenje akcija jeste da ljudski resursi raspolažu sa odgovarajućim performansama, da su motivisani i da su stvoreni optimalni uslovi za njihovo delovanje u kontekstu menadžmenta. U procesu izvođenja akcija, značajnu ulogu ima timski rad, koji podstiče resurse da ostvaruju povoljnije rezultate (Petković, Janićijević, Bogičević, 2003). Na toj osnovi menadžment svoju filozofiju transformiše iz teorije u praksu, a poslovni rezultati nam pokazuju koliko se u tome uspelo.

Kontrola u procesu menadžmenta je prirodna faza, koja uključuje strategijske i operativne aktivnosti organizacije kao poslovnog sistema. Kontrolni mehanizam otkriva probleme i devijacije u poslovnim procesima, rezultatima, instrumentima i preduzima odgovarajuće korektivne akcije u skladu sa promenama. Kontrola obezbeđuje povratne informacije, preko povratne sprege (feedback), koja daje obaveštenja da li je i kako posao izvršen i cilj ostvaren. Povratna sprega povezuje sistem i proces menadžmenta u jedinstvenu celinu.

5. ZAKLJUČAK

U savremenom društvu organizacija kao poslovni sistem, ima veliku ulogu i značaj. U procesu transformacija i promena savremeni menadžment predstavlja kamen temeljac dugoročnog uspeha kompanija i trajni izvor konkurentne prednosti poslovnog uspeha. Sistemski model procesa menadžmenta „IPAK“ u velikoj meri obezbeđuje sposobnost i spremnost kompanija da posluju na ekonomski način prema svim stejkholderima na globalnoj osnovi. Strateška primena modela u organizacionoj strukturi, ne može se posmatrati odvojeno po svakom aspektu, već kao paket koji holistički menja organizaciju kroz direktne i indirekne uticaje u procesu savremenog menadžmenta.

Savremeni menadžment u liderskoj ulozi prevazilazi granice između odeljenja u kompaniji i vrši integraciju na svim nivoima kompanije, horizontalno i vertikalno, snoseći odgovornost za ostvarene poslovne rezultate. Uloga menadžmenta i stručnjaka za ljudske resurse u sistemskom modelu globalnog poslovanja „IPAK“ je višestruka i ogleda se kroz svoju viziju, misiju, ciljeve i strategiju, planove i projekte kompanije, sa visokim stepenom efikasnosti, inovativnosti i fleksibilnosti u ostvarenju sinergetskih efekata savremene organizacije.

U holističkim uslovima od kompanija u budućnosti će se očekivati da prođu značajnu transformaciju u kojoj model „IPAK“, više neće biti odvojen deo poslovanja, već će biti deo iskustva koje će svaki zaposleni sticati životom i radom u kompaniji. U tim okvirima, globalne internacionalizacije, savremeni menadžment ostvaruje svoju misiju svrsishodnog aktiviranja materijalnih, finansijskih i ljudskih resursa, u kontekstu ciljeva i strateških rešenja za njihovo ostvarenje u procesu ostvarenja individualnih i organizacionih ciljeva.

LITERATURA

- [1] Chandler, A.D. (1977). Strategy and Structure, Chapters in the History of the Industrial Enterprise, Cambridge, 91-99.
- [2] Dulanović Ž., Džinović M. (2000). Osnovi organizacije, FON, Beograd, 257.
- [3] Stephen P. (1995). HUMAN RESOURCE MANAGEMENT, Addison-Wesley, 122-130.
- [4] Ikač, N. (2005). Menadžment ljudskih resursa, FTN, Novi sad, 27.
- [5] Macura, M. (2012). Doktorska disertacija, Projektovanje organizacione strukture na osnovama savremenih informacionih tehnologija, FON, Beograd, 60-62.
- [6] Dracker F., Peter. (1992). Menadžment za budućnost-Managing for the future, 159.
- [7] Petković, M., Janićijević, N., i Bogićević B. (2003). Organizacija: teorije, dizajn, ponašanje, i promene, Ekonomski fakultet, Beograd, 87.
- [8] Stoner, A.F.Dž., R.Edvard Frimen, Daniel R. Gilbert, Jr., (1997). Menadžment, Želind, 302.
- [9] Torrington D.; Hall I.S. Taylor. (2004). Menadžment ljudskih resursa, Data status, 192-207.



TRANSFER ZNANJA U FAZI ZATVARANJA PROJEKTA

MILOŠ ARSIĆ¹, SINIŠA ARSIĆ²

¹ Fakultet za strateški i operativni menadžment, Alfa Univerzitet, Beograd, misaarsa@yahoo.com

² Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu, arsa.arsa@hotmail.com

Sadržaj: U radu su predstavljeni vidovi transfera znanja iz prethodno implementiranih projekata ili programa, a sve u cilju povećanja efikasnosti i smanjenja potencijalnih neželjenih zastoja usled neinformisanosti. Poseban fokus je na fazi zatvaranja projekta, odnosno na ključnim koracima koje je neophodno izvesti da bi se osigurao proces transfera znanja. Baza znanja predstavlja značajan benefit od transfera znanja iz jednog ili više projekata, koja bi trebalo da pruži odgovor u slučaju ponavljanja istog problema ili rizične situacije u nekim budućim poduhvatima.

Ključne reči: znanje, projekat, transfer

Abstract: This paper presents aspects of the knowledge transfer learned from previously implemented projects and programs, with the aim of increasing efficiency and reducing potential unwanted downtime, due to lack of information. A special focus is on the closing stage of a project, and the key steps that need to be performed to ensure the knowledge transfer process. Knowledge base is a significant benefit from the transfer of knowledge from one or more projects, which should provide a response in case of a repetition of the same problem or risky situation in future endeavors.

Keywords: knowledge, project, transfer

1. UVOD

Svaka korisna informacija iz prethodno završenih projekata, stečena kroz iskustvo, može biti sačuvana za buduću upotrebu, korišćenjem procesa transfera znanja. Takvo zabeleženo znanje može da bude relevantno za slične probleme i izazove koji se mogu pojaviti u budućnosti. Transfer znanja, ukoliko je prepoznat kao bitan proces, na strateškom nivou u organizaciji, može značajno da pomogne projektnim menadžerima i članovima njihovih timova da otklone sumnju u određenim trenucima. Da bi proces transfera znanja bio moguć potrebno je, na početku, uspostaviti sisteme kontrole i praćenja realizacije projekta.

Dakle, projektni menadžer ili osoba koju on delegira za taj posao, mora da unosi probleme i rešenja tih problema u bazu podataka (bazu informacija), koja će na kraju projekta, sistematizacijom i integracijom, postati baza znanja. Kao glavno ograničenje svakodnevnom ažuriranju baze znanja nameće se vremensko ograničenje i količina obaveza na projektu. U fazi zatvaranja projekta, potrebno je omogućiti transfer znanja, ali na način da to znanje bude lako dostupno, pretraživo i da se omogući univerzalnost takvih rešenja i odgovora na potencijalne probleme, nezavisno od projekta.

Univerzalnost se može obezbediti, prema (Chini, 2005), izgradnjom stabilne infrastrukture baze znanja na sledeći način:

- Kategorizacija znanja o proizvodu/usluzi,
- Kategorizacijom znanja o procesima,
- Povezivanjem individualnog saznanja u grupno,
- Pretragom integrisanih grupnih saznanja u individualna,
- Dokumentovanjem i skladištenjem „face-to-face“ sastanaka,
- Generisanjem novih ideja.

Stabilna baza znanja se potom može iskoristiti kao kvalitetan interni alat za DSS (sisteme za podršku odlučivanju), pri rotaciji zaposlenih na nove pozicije u projektu/organizaciji, ili pri korišćenju naučenih lekcija iz rada sa ekspertima za određenu oblast projekta.

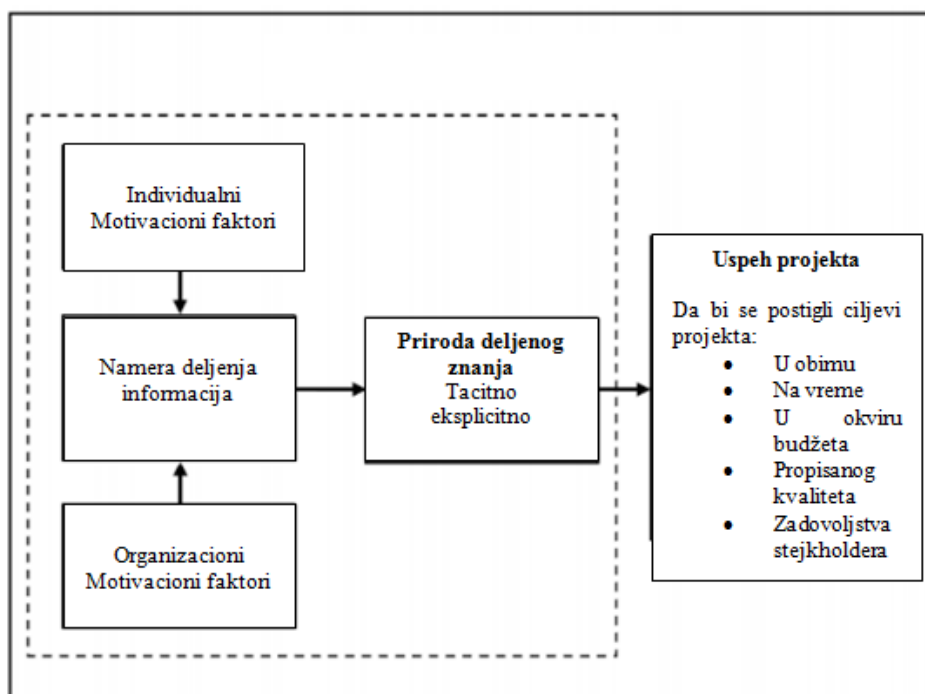
2. PROCES TRANSFERA ZNANJA U PROJEKTU

Svaki proces transfera znanja u projektima mora da bude vođen na odgovarajući način, kako bi se obezbedila uspešna implementacija integracije stečenog znanja iz prethodnih projekata, u naredne projekte. Bakker (2011) i Pollack (2012), predlažu sledeće smernice:

- Definisane upravljanja znanjem u organizaciji tako da ga svi zaposleni razumeju,
- Korišćenje RACI matrice za definisanje uloga, odgovornosti kod upravljanja znanjem,
- Praćenje korisnosti upravljanja znanjem sa jednostavnim metrikama,
- Obezbeđivanje baze znanja kao radnog paketa pri kreiranju WBS dijagrama za naredne projekte,
- Obezbeđivanje lakoće „apsorpcije“ znanja stečenog tokom jednog ili više projekata.

Da bi transfer znanja postao aktuelan i prirodan proces u projektima, potrebno je kultivisati i kontrolisati saradnju i kompetencije zaposlenih (Ajmalikoskinen, 2008). Transfer znanja se nameće kao potreba radi održavanja, ili unapređivanja kapaciteta organizacije. U nekim organizacijama postoji problem smene generacija zaposlenih, koji su u značajnom procentu zapadnih zemalja, 5-10 godina od granice potrebne za starosnu penziju.

Problem kod smene generacija je što, svo znanje koje su najiskusniji zaposleni koristili tokom godina na brojnim projektima i programima, može da se izgubi, ukoliko ne postoji kvalitetan transfer znanja (Pollack, 2012). Uobičajeni koraci izbegavanja ovakvog jednog rizika su, uključivanje najiskusnijih zaposlenih u stalni pregled i ažuriranje radnih procedura, kao i inkorporiranje njihovog znanja u KMS (sistem menadžmenta znanja ili baza znanja). Doprinos razvoju manje iskusnog personala organizacije je veoma značajan, kao i osećaj pripadnosti i važnosti kod iskusnijih članova organizacije. Na taj način se objedinjuju i individualni, kao i zajednički faktori koji utiču na deljenje informacija, koje će proizvesti eventualno i uspeh samih projekata, kao što se može videti i na slici 1 ispod.



Slika 1: Doprinos deljenja projektnih informacija za uspeh projekta (Yeong, 2010)

Dimenzije upravljanja procesom transfera znanja poput: sveg znanja stečenog iz prakse, okruženja koje omogućava transfer znanja, kao i grupe sakupljenog znanja, predstavljaju najsigurniji okvir za prenošenje svih tehničko-organizacionih rešenja, kao i željene poslovne vrednosti, kako bi se sve to iskoristilo i u budućnosti (Chini, 2005).

Značajan broj organizacija, koje izvode projekte svakodnevno, uzda se u Enterprise Project Management Office, da će taj deo projektne organizacije najuspešnije upravljati procesom transfera znanja, što se najbolje vidi iz studije u (Muller et al.). Intervjuisani projektni menadžeri u toj studiji se slažu da bi veći nivo razmene znanja između sadašnjih projekata uticao na povećanje performansi na projektima u budućnosti.

3. STVARANJE BAZE ZNANJA U FAZI ZATVARANJA PROJEKTA

Baza znanja svakog pojedinačnog projekta se puni simultano tokom implementacije projekta. Kada projekat dođe u fazu zatvaranja, potrebno je sistematizovati informacije, da bi informacije zaista postale korisno znanje za budućnost. Prema (Muller et al., 2013), manje od 50% informacija koje su “poslate” u bazu znanja,

su kasnije i protumačene kao „primljene“, odnosno iskorišćene u budućem projektu. Tako da PMO (project management office) i sami projektni menadžeri često precenjuju informacije iz svojih projekata, pa je tako sistematizacija preko potreban proces u fazi zatvaranja projekta.

Prema Conroyu i Soltanu (1998), postoje tri osnovna vida baze znanja, preko kojih se vrši transfer znanja, a to su:

- *Organizaciona baza znanja*- podrazumeva znanje specifično za organizacije i okruženje u kojem se projekti izvode,
- *Project management baza znanja*- podrazumeva znanje o teoriji i primeni projektnog menadžmenta,
- *Project specific baza znanja*- podrazumeva specifično znanje prikupljeno implementacijom jednog projekta.

Kada se uspešno obavi sistematizacija svih informacija, tada se može pristupiti integraciji i prenošenju (transferu) znanja na naredne projekte. Prema studiji u (Ajmal i Koskinen, 2008), integracija znanja se najbolje postiže ako se ono „ugradi“ u organizacionu kulturu i kao jedan od glavnih procesa koji definišu organizaciju. Integracija se može posmatrati sa tri nivoa:

- Individualnog,
- Grupnog,
- Organizacionog.

Što se tiče individualnog nivoa, ponekad najkvalitetnije i najoriginalnije informacije mogu doći iz iskustva samo jednog čoveka. Grupni nivo je moguće posmatrati sa više nivoa, preko razmene ideja, do boljih socijalnih odnosa, odnosno preko stvaranja timova transferom znanja. Takva znanja mogu značajno da obogate bazu znanja, ali je njih najteže preneti, jer se radi o zaključcima većeg broja članova tima. Kao najviši nivo, predstavlja se organizacioni nivo, koji može da integriše znanje na nivou cele organizacije, tako što će ga čak možda uvrstiti i u svakodnevne procedure i sistemske aktivnosti, a ne samo i isključivo projektne (Lindner i Wald, 2011; Ajmal i Koskinen, 2008). Studija koja se bavila saradnjom na istraživačko-razvojnim projektima (Enberg, 2012), integraciju znanja posmatra kao ciljno orijentisan proces sa svrhom iskorišćavanja komplementarnosti individualnih znanja i individualnih baza znanja. Specijalisti koji učestvuju na ovakvim projektima, u integraciji znanja vide lakši put do ostvarivanja rezultata na svojim projektima.

Na kraju faze zatvaranja projekta, potrebno je obezbediti efektivnost transfera znanja. Prenosenje znanja će biti osigurano na najbolji način ukoliko transfer znanja postane deo organizacione kulture organizacije koja izvodi projekat, jer će onda aktivnosti tog procesa biti usvojene i izvedene na najbolji način (Reich et al., 2012).

Bockman (2012) navodi tri vida transfera (prenošenja) znanja na budućnost:

- Dokumentacija – učesnicima projekta se obezbeđuje arhiviran napredak projekta,
- Reverzni inženjering – učesnicima u projektu se predstavlja model proizvoda kako bi trebalo da izgleda na kraju jedne faze, ili model gotovog proizvoda na kraju projekta, kako bi se njegovim proučavanjem došlo do koraka koji su potrebni za njegovo izvršenje.
- Mentorstvo - menadžer projekta usmeno prenosi znanje svojim vođama projektnih timova, koji potom prenose znanje o projektnim aktivnostima svojim članovima timova.

Najveći broj učesnika u eksperimentu, koji je ispitivao korisnost sva tri navedena vida transfera znanja, postigao je optimalne rezultate koristeći mentorstvo kao vid transfera znanja.

Prema studiji koja se bavila prenošenjem znanja iz jednog projekta, na celokupne strateške programe jedne organizacije (Gorog, 2010), dobarni način za prenošenje znanja na celokupni program je da se u postavljanju ciljeva programa ugardi uspešno izvođenje transfera znanja kao vida organizacionog učenja. Konkretni benefit od ovakvog posmatranja ovog procesa je značajno smanjenje vremena potrebnog za donošenje odluke na nivou celog programa, jer je program menadžeru omogućeno da sagleda bazu znanja koja je rezultat kako prošlih, tako i tekućih projekata u programu.

4. STUDIJA SLUČAJA O TRANSFERU ZNANJA IZ PROJEKTA BRODOGRADNJE

Solli-Saeter i Karlsen (2012) navode studiju slučaja koja se bavi transferom znanja u projektima brodogradnje. Autori su ceo projekat izgradnje brodova podelili u pet procesa (faza), pritom ističući koje aktivnosti transfera znanja se u svakoj fazi odvijaju, kao i ciljeve projekta koji se određenom fazom ispunjavaju. Pa tako navode faze pregleda, specifikacije, pregovaranja, izgradnje i testiranja. U tabeli ispod se mogu videti aktivnosti transfera znanja u svakoj od tih faza, kao i ciljevi projekta po fazama:

Tabela 1. Aktivnosti procesa transfera znanja i ciljevi projekta brodogradnje po fazama

Faza	Aktivnost transfera znanja	Cilj
Pregled	Procena tržišnih uslova Identifikovanje potrebnih kapaciteta Načelni dizajn broda	Strateška vizija
Specifikacija	Razvoj crteža i kalkulacija Kreiranje planova i kriterijuma za evaluaciju Specifikacija opreme, motora i trupa broda	Izbor najbolje opcije
Pregovaranje	Pregovaranje o uslovima Postavljanje cena broda i tehnologije izgradnje Pregovaranje o izmenama ugovora	Potpis ugovora
Izgradnja	Inženjering Sklapanje Inspekcija	Izgradnja broda
Testiranje	Testiranje „nasuvo“ autentifikacija	Preuzimanje broda

Autori su identifikovali različita pitanja (potrebe za transferom znanja) koja se javljaju tokom ovih faza, zavisno od stejkholdera, pa je tako moguće navesti sledeće:

- *Vlasnik broda*– know-how za upravljanje novim projektima brodogradnje,
- *Luka* - know-how za primenu dostupne tehnologije u izgradnji broda kao i know how za izgradnju modernih brodova,
- *Projektni menadžer*- know how za upravljanje ovakvim projektima.

Mnoge aktivnosti pri projektima brodogradnje se zasnivaju upravo na eksplicitnom znanju, kao što su dizajni, ugovori, specifikacije i kalkulacije. Zato je potrebno kvalitetno voditi bazu znanja, kako bi se svo to znanje uspešno prenelo na naredne projekte u fazi zatvaranja projekta. Kao zaključak svoje studije, autori nude tri osnovna vida transfera znanja, koji se takođe mogu razmatrati sa istom važnošću kao gorepomenuti:

- *Među-projektno osoblje* - transfer znanja između različitih delova projektne organizacije, kao što je transfer od operacije do projekta, od projekta do luke, kao i od projekta do novog projekta;
- *Tehnička inspekcija* - Dokumenti iz tehničke inspekcije su važan faktor osiguranja kvaliteta. Postoje zabeleške, izveštaji o napretku kao i fotografije koje se prave prilikom inspekcije;
- *Proizvodni sastanak sa listom devijacija*- svake nedelje se sastaju šefovi odeljenja, pa diskutuju o devijacijama koje se javljaju na projektima, pritom beležeći sve komentare, sugestije, rešenja problema.

4.ZAKLJUČAK

U radu su prikazani vidovi transfera znanja u vidu prenošenja naučenih lekcija iz jednog projekta na naredne poduhvate, preko formiranje baze znanja jedne organizacije. Da bi transfer bio moguć, potreban je konstantan i sveobuhvatan nivo kontrole projekta da bi se korisne informacije na vreme ubacile u bazu znanja. Kontrola i eventualno poređenje rezultata sa planiranim, doprinosi uvećanju baze znanja, kao i povećanju ekspertize u slučaju obnavljanja istih ili sličnih projekata u portfoliju. Retko koji projekat ili program imaju istu strukturu, ali se vrlo često javljaju isti ili slični problemi tokom njihove implementacije, pa je postojanje procesa transfera znanja sasvim opravdano i poželjno. Transfer znanja je poželjno sprovesti putem mentorstva, ali takav vid ima jedan nedostatak, koji se odnosi na ograničenost komunikacije, kao i nedokumentovanost nečijeg znanja koje se prenosi mentorstvom. U radu je prikazana studija slučaja brodogradnje koja potvrđuje opravdanost postojanja transfera i baze znanja. Faza zatvaranja projekta je ključna za svaku bazu znanja, jer tada dolazi do sistematizacije i obezbeđivanja gotovih rešenja (softverskih inputa, arhivskih dokumenata) za naredne projekte. Pravilnom koordinacijom, objedinjavanjem svih rafiniranih zaključaka o nekom spornom pitanju ili problem nastalom na projektu, osigurava se transfer znanja na buduće poduhvate.

LITERATURA

- [1] Ajmal, M.M., & Koskinen, K.U. (2008). Knowledge Transfer in Project-Based Organizations: An Organizational Culture Perspective. *Project Management Journal*, 39 (1), 7-15.
- [2] Bakker, R., Cambre, B., Korlaar, R., & Raab, J. (2011). Managing the project learning paradox: A set-theoretic approach toward project knowledge transfer. *International Journal of Project Management*, 29 (5), 494-503.
- [3] Bockman, S. (2012). How to transfer knowledge in an Agile project. *Agile focus*, web log, pristupljenodana 27.6.2013
- [4] Chini, T. (2005). *Effective Knowledge Transfer in Multinational Corporations*, Palgrave Macmillan
- [5] Conroy G. ,& Soltan H. (1998). ConSERV, as a continual audit concept to provide traceability and accountability over the project life cycle. *International Journal of Project Management*, 16(3), 185–197.
- [6] Enberg, C. (2012). Enabling knowledge integration in cooperative R&D projects—The management of conflicting logics. *International Journal of Project Management*, 30 (7), 771-780.
- [7] Gorog, M. (2010). Translating Single Project Management Knowledge to Project Programs. *Project Management Journal*, 42 (2), 17-31.
- [8] Lindner, F., & Wald, A. (2011). Success factors of knowledge management in temporary organizations. *International Journal of Project Management*, 29 (7), 877-888.
- [9] Muller, R., Gluckler, J., Aubry, M., & Shao, J. Project Management Knowledge Flows in Networks of Project Managers and Project Management Offices: A Case Study in the Pharmaceutical Industry. *Project Management Journal*, doi 10.1002/pmj.21326
- [10] Pollack, J., (2012). Transferring knowledge about knowledge management: Implementation of a complex organisational change programme. *International Journal of Project Management*, 30 (8), 877-886.
- [11] Reich, B.H., Gemino, A., & Sauer, C. (2012). Knowledge management and project-based knowledge in IT projects: A model and preliminary empirical results. *International Journal of Project Management*, 30(6), 663-674.
- [12] Solli-Saeter H., & Karlsen J.T. (2012). Knowledge transfer in shipbuilding projects. *International Journal of Project Organization and Management*, 4(3), 256-271.
- [13] Yeong, A. (2010). Integrating knowledge management with project management for project success. *Journal of Project, Program & Portfolio Management*, 1 (2), 8-19.



INTEGRISANE KOMUNIKACIJE U OSTVARIVANJU MISIJE VOJSKE SRBIJE

INTEGRATED COMMUNICATIONS IN EXERCISING OF SERBIAN ARMY MISSION

GORAN NENADOVIĆ¹, MIROSLAV MITROVIĆ²

¹ Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd, goran.nenadovic@yahoo.com

² Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd, miroslav.mitrovic@mod.gov.rs

Rezime: Globalizacija sa svim svojim karakteristikama neizbežno nameće međuzavisnost i uslovljenost interakcije subjekata u okviru savremenog koncepta bezbednosti. Složenost međunarodnih odnosa, prelamanje geopolitičkih interesa, pojava novih globalnih sila uz istovremenu težnju "starih" da održe dominaciju kao i produbljanje razlika koje doprinose kreiranju potencijalnih kriznih žarišta, uslovljavaju da se nacionalni sistemi odbrane, prilagode savremenim izazovima, rizicima i pretnjama, koji su sve dalje od konvencionalnog shvatanja vojne ugroženosti nacionalne bezbednosti. Osim izgradnje kapaciteta, sposobnosti, interoperabilnosti, usvajanja novih znanja i veština, savremnim sistemima odbrane se nameće potreba za adekvatnom komunikacijom sa okruženjem, sopstevnom javnošću kao i drugim, posebnim ciljnim grupama kroz forme međunarodne saradnje, učešće u mirovnim operacijama, različitim oblicima multilateralne i bilateralne saradnje. Da bi se sistem odbrane jedne države afirmisao kao aktivan subjekat društvene zajednice, a time predstavio tu istu društvenu zajednicu (državu) u međunarodnom okruženju, kao subjekat svetske bezbednosti, neophodno je izgraditi mehanizme sveobuhvatne komunikacije. Na taj način, izgradnjom adekvatne strategije integrisane komunikacije, afirmišu se svi pozitivni naponi, a u uslovima krize, racionalno odgovorno se komunicira sa svim ciljnim grupama. Konkretnije, stvaraju se uslovi za kvalitetno i potpuno ostvarenje misije organizacije. Ovakva Integrisana komunikacija, koja ima za svrhu promociju sistema odbrane, praktično, ima za cilj postizanje svesti i motivacije kod pripadnika, osećaj pouzdanosti i sigurnosti kod najšire javnosti, prepoznavanje i uvažavanje od strane međunarodnih bezbednosnih subjekata u formi pouzdanog partnerstva.

Ključne reči: sistem bezbednosti, sistem odbrane, integrisana bezbednost, integrisane komunikacije.

Abstract: Globalisation with all its features inevitably imposes interdependence and dependence of the interaction of entities within the contemporary concepts related to security. The complexity of international relations, refraction geopolitical interests, the emergence of new global powers with the simultaneous pursuit of the "old" to maintain dominance and deepening differences that contribute to creating a potential conflict, contributed to national defense systems, adapt to modern challenges, risks and threats, which are all away from the conventional concept of military threat to national security. In addition to building capacity, capability, interoperability, acquiring new knowledge and skills of contemporary defense systems there is a need for adequate communication with the environment, the public's own thought and other, specific target groups through forms of international cooperation, participation in peacekeeping operations, various forms of multilateral and bilateral cooperation. To make the system of a single country established itself as an active subject of the community, and thus presented the same community (state) in the international environment, as a subject of global security agencies, it is indispensable to build a comprehensive communication mechanisms. Thus, the construction of an adequate integrated communications strategy, to promote all the positive efforts, and in a crisis, rational responsibility to communicate with all audiences. More specifically, the conditions are created for effective and completely exercise organization's mission. This integrated communication that is intended to promote the defense system, in effect, aims to achieve awareness and motivation among members, a sense of confidence and security among the general public recognition and appreciation of the international security entities in the form of reliable partnership.

Keywords: security system, integrated security, integrated communications.

1. UVOD

Globalne bezbednosne pretnje koje u sebi integrišu dijalektiku dualizma aktuelnog trenutka globalizacije, koja neminovno uzrokuje postojanje kompleksnih i dinamičnih previranja u oblastima informacija, energije, pitanjima resursne zavisnosti, životne sredine, globalnog otopljanja, socioloških fenomena (produbljanje razlika između bogatih i siromašnih), planetarnih političkih tendencija („demokratija za sve“), upućuju na potrebu pozicioniranja elemenata sistema bezbednosti u državnim i svetskim okvirima. Bilo da se radi o nacionalnim ili multilateralnim formama bezbednosnog odgovora na savremene izazove rizike i pretnje, neophodno je da se sistem bezbednosti i odbrane adekvatno pozicionira, predstavi i afirmiše u svim segmentima javnosti. Svrha ovih komunikacijakih aktivnosti leži u dvostrukoj genezi misije bezbednosnih organizacija:

- Misija od visokog nacionalnog značaja i
- Tajnost rada i ograničena dostupnost informacija.

Asimetričnost globalnih pretnji, kao produkt opšte globalizacije, usložnjava da mesto i uloga organizacija koje se bave bezbednošću dobija na opštem društvenom značaju. Praktično se tiče svakog građanina i podrazumeva da u svakom segmentu ljudske bezbednosti ima fleksibilan, elastičan, proaktivan, na interakciji i saradnji zasnovan odnos sa društvom i svim njegovim segmentima. Pojedinaac je stavljen u fokus, predstavlja uzrok i svrhu rada organizacija u sistemu bezbednosti. Naime, bilo da je reč o terorističkom ili kriminogenom obliku delovanja, pojedinac ili grupa (organizovanih i istim motivom upravljanih pojedinaca), teži da izrazi svoju frustraciju i skrene pažnju na svoje ciljeve, a sve sa svrhom poboljšanja položaja u kojem se nalazi i ostvarivanja svojih ciljeva. Različiti oblici ugrožavanja bezbednosti na svim nivoima se na nacionalnom nivou prepoznaju kao sastavni deo unutrašnje i spoljne politike. Razlog ovome je nedeljivost i međuzavisnost globalne bezbednosti, interakcija bezbednosnih subjekta na svetskom nivou, saradnja i profesionalno savezništvo aktera ugrožavanja globalne bezbednosti, razvoj kolektivnih sistema bezbednosti i odbrane itd. Bezbednost i odbrana nacije imaju strateški značaj pa time i pristup ovim pitanjima je od najvišeg državnog interesa. Praktično, složenost ambijenta delovanja kao i stalna dinamika zahteva koji se tiču ostvarivanja misije organizacija, koje se bave bezbednošću i odbranom, dovodi do potrebe uzajamne interakcije sa svim segmentima javnosti, kako domaće tako i međunarodne. Može se reći da bi navedene organizacije efikasno ostvarivale misiju, moraju da ostvaruju sveobuhvatnu komunikaciju sa :

- unutrašnjom javnošću: zaposleni, profesionalni pripadnici, službenici, administracija, pripadnici službi za podršku, naučni i specijalni saradnici.
- eksternom domaćom javnošću: najšira društvena zajednica, parlament, druge institucije državne uprave, grupe građana, različite forme organizovanja civilnog društva, naučne, akademske i ekspertske zajednice
- međunarodnom javnošću: bilateralna i multilateralna saradnja sa srodnim institucijama, ekspertska inostrana javnost, međunarodna politička javnost, najšira međunarodna javnost.

2. USLOVLJENOST INTEGRISANIH KOMUNIKACIJA MISIJOM ORGANIZACIJE

Pitanje odbrane nacionalne teritorije, videti Pečujlić (2002), nije postalo zastarelo ili irelevantno prestankom Hladnog rata, već se može reći da su se promenili prioriteti u skladu sa savremenim globalnim pristupom u ulozi oružanih snaga u savremenim međunarodnim odnosima. Uslovljenost globalnih bezbednosnih rizika, međuzavisnost i uslovljenost svih nivoa odgovora na bezbednosne izazove, uslovile su značajne promene strukture i misije savremenih oružanih snaga:

- Profesionalizacija; nepostojanje obaveze služenja vojnog roka već se uvodi dobrovoljno služenje i visoki profesionalni standardi.
- Funkcionalnost; prevazilaženje koncepta u kome je prevashodna uloga bila zaštita nacionalne teritorije i uključivanje u mirovne, humanitarne misije i misije upravljanja krizama - promocija sposobnosti.
- Internacionalizacija misija; naglasak je na multinacionalnom kontekstu upotrebe oružanih snaga čime se ukazuje na nedeljivost i međuzavisnost pitanja svetske bezbednosti.
- Jačanje nacionalnog legitimiteta; oružane snage predstavljaju faktor stabilnosti i osnaživanja nacionalnog identiteta, bilo da se angažuju na lokalnom (regionalnom) ili širem međunarodnom planu (EU, UN, NATO).
- Smanjenje želje za priključenju oružanim snagama; u profesionalnim vojskama postoji opasnost neadekvatne i nedovoljne popune, jer vojni poziv nije dovoljno atraktivan mladim i obrazovanim ljudima.

- Smanjenje socijalne uloge oružanih snaga; narastajuća urbanizacija, smanjuje broj ljudi koji se socijalizuju učešćem u oružanim snagama.
- Kompleksna priroda civilno-vojnih odnosa; narastajuća potreba saradnje sa civilnim sektorom, kako u domenu ostvarivanja misije, tako i u sferi planiranja, obuke, obrazovanja, nabavki i upravljanja informacijama, videti Edmunds (2008).

3. KARAKTERISTIKE MISIJE SISTEMA ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

Pojam sistema odbrane Republike Srbije kao dela šireg sistema nacionalne bezbednosti, precizno je određen Strategijom odbrane Republike Srbije, videti Službeni glasnik RS (2009). Kao subjekti sistema odbrane navedeni su: “građani, državni organi, privredna društva, druga pravna lica, preduzetnici i Vojska Srbije”, videti Službeni glasnik RS (2009).

Sistem odbrane je u organizacionom smislu načelno sistematizovan Strategijom odbrane. Ovim dokumentom je, između ostalog, definisano i mesto, uloga i misija Vojske Srbije u okviru sistema odbrane. Misije Vojske Srbije su: (1) odbrana Republike Srbije od oružanog ugrožavanja spolja, (2) učešće u izgradnji i očuvanju mira u regionu i svetu, i (3) podrška civilnim vlastima u suprotstavljanju pretnjama bezbednosti.

Karakter i intenzitet procenjenih rizika i pretnji bezbednosti u neposrednom okruženju ukazuju na to da je potrebno razviti koncept integrisane bezbednosti na političkom, ekonomskom, informativnom, tehnološkom, odbrambenom i vojnom planu, uz punu koordinaciju napora Republike Srbije, susednih zemalja i najuticajnijih subjekata bezbednosti u regionu, Evropi i svetu. Zbog toga je neophodno da Vojska Srbije razvija sposobnosti za angažovanje na očuvanju nacionalne i međunarodne bezbednosti.

U izmenjenim geostrategijskim okolnostima i pod sve snažnijim uticajem globalnih kretanja, politika odbrane Republike Srbije zasnovana je na integralnom i multilateralnom pristupu problemima bezbednosti i odbrane. U osnovi takve politike jeste jačanje vlastitih odbrambenih kapaciteta, evropska spoljnopolitička orijentacija, kao i opredeljenje da se aktivno uključi u proces saradnje i zajedničkog delovanja sa drugim državama i subjektima međunarodnih odnosa na izgradnji globalne, regionalne i nacionalne bezbednosti.

Iz napred navedenog, može se zaključiti da u odnosu na zadate misije Vojske Srbije, kao profesionalnom, ekspertskom delu sistema odbrane, postoji kompleksan pristup prema ostalim subjektima sistema odbrane. Integrisan pristup ostvarivanju misije zahteva integrisane komunikacije kao formu sistemskog, strategijski upravljano i efikasno operacionalizovanog nastupa Ministarstva odbrane i Vojske Srbije prema svim segmentima javnosti.

4. NEOPHODNOST INTEGRISANIH KOMUNIKACIJA U OSTVARIVANJU MISIJE VOJSKE SRBIJE

Razlozi za potrebom primene integrisanih komunikacija mogu, između ostalog biti:

- Profesionalizacija može da stvori preduslove uspostavljanja distance između Vojske Srbije i najšire javnosti, naroda. Ujedno, predpostavlja kreiranje adekvatne promotivne strategije, vidi Ferrell (2011), radi ostvarivanja komunikacije sa mladim, obrazovanim ljudima, kako bi se ova ciljna grupa motivisala za posao u oružanim snagama.
- Složeni zadaci u okviru novih misija zahtevaju interakciju i usaglašavanje vojske sa civilnim komponentama i učešće u zajedničkom radu ekspertskih tela, kao i konsultacija u procesima kreiranja zakona i propisa koji regulišu ovaj segment.
- Multikulturalni i multietnički karakter međunarodne vojne saradnje, bilo da je u pitanju bilateralna ili multilateralna saradnja, podrazumeva složenu interakciju sa različitim organizacionim formama međunarodne stručne javnosti.
- Jačanje nacionalne svesti i osnaživanje „duha“ naroda, jačanje vojske kao nacionalnog brenda, osnaživanje nacionalnog digniteta i ponosa zasnovano na efikasnosti, racionalnom i transparentnom angažovanju raspoloživih resursa, podstiče da građani imaju razvijen otvoren odnos poverenja u odnosu na vojsku.

Svi izloženi razlozi, upućuju na složenu interakciju savremene vojske sa svim segmentima javnosti. Kao preduslov uspešnog ostvarivanja misije, pred Vojsku Srbije se stavlja imperativ razvoja i implementacije adekvatnih komunikacionih strategija, koje moraju imati sveobuhvatan, integrisan karakter. Praktično, projektovanje i implementacija integrisanih komunikacija je jedan od preduslova za ostvarivanje složene misije Vojske Srbije u okviru asimetričnih ali i konvencionalnih formi ugrožavanja nacionalne bezbednosti i odražavanja nacionalnih interesa kroz učešće u međunarodnim mirovnim misijama.

5. PRIMENA INTEGRISANIH KOMUNIKACIJA KAO PODRŠKA OSTVARIVANJU MISIJE SISTEMA ODBRANE

Uzimajući u obzir specifičnosti sistema odbrane kao dela javnog sektora koji svojim specijalizovanim delom, oružanim snagama, izvršava misiju od posebnog društvenog značaja, jasno se nameće zaključak da se u uslovima složenih i dinamičkih promena bezbednosnog okruženja neophodno mora primeniti integrisan pristup javnosti. Upravo ovo je slučaj sa Ministarstvom odbrane Republike Srbije i Vojskom Srbije kao njenim ekspertskim delom u pogledu izvršavanja zadataka koji su postavljeni stratezijskim dokumentima. Razlozi za efektivu, intergrisanu komunikaciju su brojni:

- Privlačenje što većeg broja mladih, obrazovanih ljudi, radi stvaranja preduslova za kvalitetno upravljanje ljudskim reusursima u uslovima profesionalizacije.
- Transparentnost rezultata kojim se javnosti prikazuje odnos uloženo-utrošeno u sistem odbrane, i potvrđuje opravdanost daljih ulaganja prikazom konkretnih dostignuća i rezultata.
- Predstavljanje i promocija sposobnosti oružanih snaga u međunarodnom okruženju čime se Vojska Srbije pozicionira kao odgovoran subjekat bezbednosti i ojačava spoljnopolitička pozicija države.
- Uspostavljanje komunikacije sa ostalim subjektima društva radi unapređivanja demokratskog kapaciteta bezbednosne zajednice Srbije.
- Ostvarivanje aktivne, efikasne i efektivne komunikacije sistema odbrane sa međunarodnim subjektima koji se bave pitanjima odbrane i bezbednosti u cilju razvoja unutrašnjih kapaciteta i njihove afirmacije (znanja, tehnologije, iskustva).
- Razvoj i ojačavanje opšte slike o Vojsci Srbije, razvoj osećaja sigurnosti, pouzdanosti i vere građana u sposobnost da se izvrše zadaci iz definisane misije.

Uzimajući u obzir da je javnost koja je zainteresovana za ostvarivanje komunikacije sa Vojskom Srbije široka i segmentirana, nameće se potreba razvoja integrisanog komunikacijskog pristupa u sledećim oblastima:

- Interne komunikacije: sa zaposlenima u okviru horizontalne komunikacije, redovna i periodična informisanja, korišćenje svih formi unutrašnjih instrumenata i sredstva komunikacije.
- Eksterna komunikacija: opšta javnost Srbije i opšta međunarodna javnost, stručna domaća i međunarodna javnost, organizacije civilnog društva, oružane snage i sistemi odbrane drugih država i međunarodne organizacije iz oblasti bezbednosti i odbrane.

U uslovima potrebe efikasne komunikacije MO i VS sa svim vrstama javnosti, može se nametnuti pitanje mogućnosti primene IK. Izvesno je da nije moguć linearan pristup implemetaciji koncepta IK sa svim njegovim formama u odnosu na sistem odbrane, ali je svakako moguće naći adekvatne forme primene na osnovu postulata koji su razvijeni u IK i koji se mogu univerzalno primenjivati.

6. POJEDINI SEGEMNTI INTEGRISANIH KOMUNIKACIJA I NJIHOVI RAZVOJNI MODELI

Uvažavajući karakteristike sistema odbrane i širinu oblasti moguće primene IK u ostvarivanju podrške ispunjenja misije Vojske Srbije i u širem Ministarstva odbrane Republike Srbije, obratićemo pažnju na dve oblasti u kojima se u najširem mogu primeniti principi IK u komunikaciji sistema odbrane sa ciljnim javnostima: razvoj imidža i identiteta i krizni PR.

Razvoj imidža i identitet Vojske Srbije kao deo sadržaja IMK

Vojska kao institucija nalazi se pod permanentnom opservacijom javnosti. Razlog tome je činjenica da javnost doživljava Vojsku Srbije kao deo sebe i polaže pravo na otvoren i kritički stav. Zato je izgradnja imidža permanentan i sveobuhvatan zadatak svih pripadnika Vojske Srbije. Javnost formira sliku o Vojsci na osnovu komunikacije koju sa njom ostvaruje. Nije dovoljno konstatovati da neko ima negativnu percepciju ili preneseno, ranije uobličeno mišljenje. Obaveza je, naročito upravljačkih struktura Vojske, da se proaktivnim stavom, konstantno i argumentovano, prikažu elementi identiteta, novostvorene vrednosti, njihova svrha u sklopu strategije i opšti društveni značaj i dobrobit za celu zajednicu, a time i generalno posmatrano, svakog pojedinca.

Svaka organizacija složenog tipa koja teži da ostvari kvalitetnu IK, videti Kotler (2006), u svrhu podrške ostvarivanju svoje misije, neophodno je ukorelaciji sa pojmovima kao što su:

- Korporativni identitet,
- Korporativni imidž i
- Korporativna komunikacija.

Pri razradi strategije razvoja korporativnog imidža i identiteta Vojske Srbije, potrebno je uzeti u obzir da je identitet povezan sa strategijom organizacije. Promene u identitetu bi trebale da prate promene strategije,

odnosno da evoluiraju sa razvojem i prilagođavaju se ukupnoj percepciji organizacije. To je moguće u evolutivnim promenama, ali ako je prisutan kumulativni efekat i kada organizacija značajno preorijentiše svoju poziciju, neophodno je dodatno raditi na repozicioniranju i dogradnji identiteta.

U ovakvim uslovima organizacija je suočena sa potrebom da unutrašnjoj i spoljašnjoj javnosti emituje snažnu, strateški projektovanu i orjentisanu, poruku sopstvenog identiteta. Ovim ofanzivnim, proaktivnim pristupom postiže se kreiranje željenog imidža u većem segmentu najšire društvene javnosti. Ovakav pristup, sa pravilno koncipiranom komunikacijom, izraženim težištem na iskazivanju profilisanih sadržaja korporativne društvene odgovornosti, realno dovode do pozitivnog pozicioniranja svake organizacije, pa i vojske.

U odnosu na pojedine segmente javnosti, posebno je razraditi adekvatne programe komunikacija, koje samo po sebi integrišu više formi i instrumenata, tako da je i sama izgradnja identiteta i imidža, integrisana, složena aktivnost. U skladu sa tim, neophodno je definisati ciljeve komunikacije koji su usaglašeni sa definisanim planom ili strategijom izgradnje imidža, što u sledećem koraku vodi prema kvalitetnoj komunikaciji, i na kraju ima za cilj ostvarivanje definisanih misija Vojske Srbije.

Krizni odnosi sa javnošću

Specifičnost misije i zadataka koji proističu iz nje inicira da MO i VS imaju imperativ izgradnje složenih, proaktivnih i dinamičkih odnosa sa svim segmentima javnosti.

Praktično, krizni PR, videti Filipović (2003), je jedan od najbitnijih formi komunikacije institucije koja za misiju ima višedimenzionalnu potencijalnu krizu sa svim ciljnim javnostima i društvom uopšte. Planom kriznog PR predupređuju se moguće neizvesne i po organizaciju rizične situacije, koje mogu drastično uticati na imidž organizacije, ali i ispunjenje njene osnovne misije.

Oblasti potencijalnih kriznih situacija sa kojim se suočava MO RS mogu se prikazati kao unutrašnje (moguća agregacija iz same strukture MO) i spoljne (eksternna agregacija sa usmerenošću posledica ka MO). Potencijalni oblici ispoljavanja krize su:

- Unutrašnje :

Povrede, pogibije ili drugi oblici stradanja pripadnika MO i VS sa ili bez odgovornosti MO; eksplozivni, hemijski ili drugi razorni eksidenti sa potencijalnom odgovornošću MO; saobraćajni eksidenti u kojima je učestvovalo MO; potencijalne afere (finansijske, vezane za nabavke, radove, objekte, sklapanje i realizaciju poslova); potencijalna negativna organizovana istupanja određenih pripadnika ili bivših pripadnika nezadovoljnih različitim statusnim pitanjima.

- Spoljne :

Terorizam – akti terorističkih organizacija, nasilni akti prema bezbednosti pripadnika MO i VS, građanima i imovini građana i države Srbije; vanredne situacije nastale usled prirodne nepogode; pronalaženje ubojnih i eksplozivnih sredstava i naprava i njihovo uništavanje; štrajkovi i demonstracije vezane za pitanja koja su u nadležnosti ili se dovode u vezu sa MO.

Procedure u razradi scenarija za potencijalni odgovor MO na kriznu situaciju, podrazumeva sledeće pripreme radnje i postupke, videti Mitrović (2008):

- Formiranje kriznog tima,
- Formiranje kriznog centra,
- Razvijanje komunikacijskih kanala sa svim ciljnim grupama i
- Priprema materijala.

U pripremi scenarija za reakciju na kriznu situaciju, analiziraju se pitanja, videti Filipović (2003), koja su bitna po MO u kreiranju odgovora na kriznu situaciju i koja krizni PR treba da otkloni, spreči, umanj i implementira u iskustevni pristup za buduće krizne situacije.

Upravljanje krizom koja je moguća u MO ili VS prevazilazi okvire ne samo ove organizacije. Naime, širi društveni koncept i zainteresovanost društva za aktivnosti organizacije koja ima nacionalni značaj, implicira angažman šireg društvenog bića na otklanjanju kriza, ali i uključenost u realizaciju kriznog PR. Priprema i realizacija kriznog PR u MO uključuje sve interesne grupe, jer problemi i moguće krize u kojima se može naći MO imaju širi društveni i nacionalni koncept. Stoga je neophodno da se u MO služba za odnose sa javnošću priprema za proces upravljanja kriznim situacijama u koordinaciji i saradnji sa ostalim društvenim subjektima i institucijama. Osim institucija države, neophodna je bliska i koordinisana saradnja sa medijima. Bezrezervna raspoloživost je jedan od načina da se doprinese razumevanju javnosti. Ne treba zaboraviti da dobra i efektivna komunikacija sa medijima, može značajno da doprinese rešavanju krizne situacije.

7. ZAKLJUČAK

Savremeno bezbednosno okruženje predstavlja sublimaciju dinamičnih promena koje nameće globalizacija sa svim svojim efektima. Globalna bezbednost više nije pitanje pojedine nacije, tiče se svih stanovnika planete i zadaje opšte, ali u isto vreme veoma specijalizovane zadatke pred institucije koje se bave bezbednošću i odbranom. Samim tim, organizacije koje se bave pitanjima bezbednosti i odbrane imaju pred sobom složene i multifunkcionalne zadatke. Jedan od efekata globalizacije je i eksplicitni razvoj različitih formi komunikacije kao i osavremenjivanje samih sredstava komunikacije (IT, Internet, sve vrste savremenih medija) koji se međusobno prepliću, uzajmno su povezani i uslovljeni. Savremena demokratska društva razvijaju otvorenost komunikacije i potrebu kontrole institucija koje se bave bezbednošću. Složeni zadaci u odnosu na definisane misije i potreba za kvalitetnom i kompetetnom komunikacijom sa svim vrstama javnosti, nameće pred institucije koje se bave bezbednošću i odbranom razvoj adekvatnih komunikacija. Primena modela Intergisane marketing komunikacije, videti Hannagan (1992), koja se u adekvantnoj formi prilagođava specifičnostima Ministarstva odbrane prema vrsti, domenu i oblasti delovanja (neprofitna, javna, oblast odbrane i bezbednosti), značajno pomaže kvalitetu komunikacije sa svim segmentima javnosti, što u daljem omogućava ostvarivanje definisane misije.

LITERATURA

- [1] Edmunds, T., & Malešić, M. (2008). *Defence transformation in Europe: evolving Military roles*. Amsterdam: IOS Press.
- [2] Ferrell, O.C., & Hartline, M.D. (2011). *Marketing Strategy*. (5th ed.). New York: Cengage Learning.
- [3] Filipović, V., Kostić, M., & Prohaska, S. (2003). *Odnosi s javnošću*. Beograd: FON.
- [4] Hannagan, T. (1992). *Marketing for the Non-profit Sector*. London: The Macmillan Press LTD.
- [5] Kotler, P., & Keller, K.. (2006). *Marketing management*. (12th ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- [6] Mitrović, M. (2005). *Model kriznih odnosa s javnošću u Ministarstvu odbrane R. Srbije*. VI Skup privrednika i naučnika SPIN 08, FON, Beograd.
- [7] Vlada RS (2009). *Odluka o usvajanju Strategije odbrane Republike Srbije*. (88/09). Beograd: Službeni glasnik Republike Srbije.
- [8] Pečujlić, M. (2002). *Globalizacija-dva sveta*. Beograd: Gutenbergova galaksija.
- [9] Vlada RS (2009). *Zakon o odbrani*. (116/07, 88/09). Beograd: Službeni glasnik Republike Srbije.



ПРОЦЕНА СТЕПЕНА РЕАЛИЗАЦИЈЕ ЦИЉЕВА ОРГАНИЗАЦИЈЕ

ASSESSMENT OF OBJECTIVES OF THE ORGANIZATION

МИЛАН КАНКАРАШ¹, СРЂАН ДИМИЋ², СРЕТЕН ЦВЕТКОВИЋ³

¹Министарство одбране, Београд, kankarash2005@yahoo.com

²Министарство одбране, Београд, srdjan.dimic@mod.gov.rs

³Министарство одбране, Београд, sreten1970@gmail.com

Резиме: Сложени услови у којима функционишу савремене организације захтевају њихову усмереност ка визији и мисији, које се достижу реализацијом циљева организације. У том смислу, менаџери стално коригују активности организације и усмеравају је ка остварењу постављених циљева. Организације теже високом степену реализације циљева, што захтева стално праћење, објективну процену степена реализације циљева и евентуално предузимање корективних мера. За превазилажење проблема објективности у процени степена реализације циљева, менаџерима су на располагању различите методе. У раду је приказана могућност примене релацијских индекса и методе аналитичких хијерархијских процеса у процени степена реализације циљева организације.

Кључне речи: циљеви, АНР метода, релацијски индекс.

Abstract: Complex conditions surrounding the work of contemporary organizations require their orientation towards the vision and mission, with the focus achieves realization of the goals of the organization. In this regard, managers continually correcting and directing the activities of the organization toward the achievement of its objectives. Organizations tend high degree of realization of the goals, which requires constant monitoring, objective assessment of objectives and possible corrective action. To overcome the problem of objectivity in the assessment of objectives, managers have at their disposal a variety of methods. The paper presents the possibility of using a relational index and analytic hierarchy process method to assess the degree of objectives of the organization.

Keywords: objectives, AHP method, relational index.

1. УВОД

Савремене организације функционишу и остварују своју делатност у различитим политичким, економским, безбедносним, социјалним, демографским и другим условима. У циљу успешног пословања организације у тако сложеним условима неопходна је њена усмереност ка визији и мисији.

Поред визије и мисије, као основних усмерења, циљеви представљају јасан водич за функционисање организације, јер визија и мисија своју прву конкретизацију доживљавају у формулисању циљева које ће организација остварити својом пословном активношћу. У условима све веће комплексности и турбулентности средине, у којој организација обавља своју пословну активност, циљеви постају примарна планска одлука, према којима се врши усмеравање и координисање њених активности. Одређивање циљева је сложен и одговоран задатак који се реализује у процесу планирања. Међутим, посебан изазов који се поставља пред руководство организације након одређивања циљева у процесу планирања, јесте праћење и процена степена реализације циљева.

Процена степена реализације циљева је сложен процес који, између осталог, у великој мери зависи од броја и структуре циљева, јер се са повећањем броја циљева усложњава структура циљева организације, па се намеће потреба примене различитих метода и техника у процени степена њихове реализације. За превазилажење проблема објективности у процени степена реализације циљева, менаџерима су на располагању различите методе. Циљ овог рада је приказ могућности примене релацијских индекса и методе аналитичких хијерархијских процеса (АНР) у процени степена реализације циљева организације.

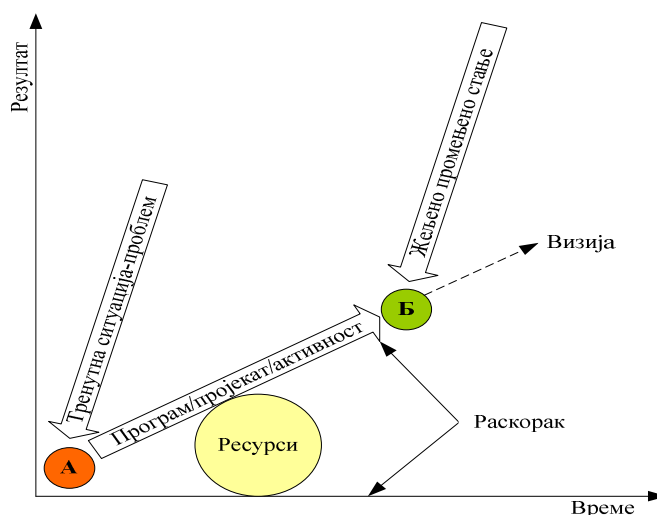
2. ОДРЕЂИВАЊЕ ЦИЉЕВА

Претпоставка успешног управљања организацијом подразумева постојање добро осмишљене визије и мисије, при чему је погрешно занемарити значај циљева кроз које се визија и мисија операционализују. Визија, мисија и циљеви су блиско повезани и представљају „свето тројство“ управљања организацијом, с тим да предњачи визија, из ње „извире“ мисија, а из мисије циљеви организације. Сваки наредни термин одређује претходни. Наравно, визија и мисија су основа за одређивање циљева (Машић 2010).

Циљеви се одређују у процесу планирања и представљају сажету изјаву о жељеној промењеној ситуацији или промењеном стању одређеног проблема (Влада Републике Србије 2007). Може се рећи и да циљеви представљају својеврсна мерила којима се очекивања обављања послова изражавају на мерљив начин, при чему на погодан начин описују:

- услове који ће постојати када се жељени исходи остваре;
- временски период у коме ће се остварити;
- изворе које ће организација користити у остварењу жељених исхода.

Неодговарајући и непрецизно одређени циљеви негативно утичу на остваривање визије и мисије организације, а самим тим и на управљање организацијом. Начин одређивања циљева организације приказан је на слици 1. Прикупљањем и анализом свих релевантних информација о организацији добија се сазнање о тренутној ситуацији (тачка „А“). На основу визије и мисије, а у складу са идентификованом ситуацијом одређује се жељено, промењено, стање (тачка „Б“). У циљу превазилажења постојећег раскорака, одређује се начин остваривања циља кроз конкретне програме, пројекте, односно активности и одређују потребни ресурси (слика 1).



Слика 1: Одређивање циља (прилагођено: Влада Републике Србије 2007)

Сви циљеви организације треба да буду међусобно усклађени и комплементарни, тако да сваки циљ организационих јединица на једном нивоу буде конзистентан са сваким другим на истом хијерархијском нивоу и да доприноси оном на вишем нивоу организационе структуре. Такође, циљеви вишег хијерархијског нивоа имају виши ниво општости у односу на циљеве нижег нивоа. Потребно је нагласити и да циљеви дефинисани за мале организације обично не одговарају великим организацијама, као и да се циљеви профитне организације разликују од циљева непрофитних организација. Да би циљеви постали водич за менаџерске и активности других чланова организације, морају имати следеће карактеристике (Машић 2009):

- *специфичност и мерљивост* - подразумевају да циљеви буду експлицитно временски дефинисани, односно одређени када резултати треба да буду достигнути;
- *остварљивост* - циљеви морају бити реални и остварљиви у простору и времену, са расположивим ресурсима уз адекватан напор менаџмента и запослених у организацији;
- *изазовност* - да делују мотивационо на менаџере и запослене на остварење резултата и да допринесу развоју и јачању менаџерских вештина других запослених;
- *релевантност* – важност циљева којима треба да се обухвате сва битна подручја организације и у том смислу утврде менаџерски оквир одговорности и вештина.

Одређивање циљева је сложен и одговоран задатак. Као и визија и мисија и циљеви су окренути ка будућности, тј. одражавају аспирације организације према новим стањима у које организација жели да дође. Ефективно и ефикасно дефинисани и утврђени циљеви значајно олакшавају праћење и процену степена реализације циљева.

Пред организације које одређују већи број циљева, неминовно, намеће се и потреба одређивања приоритета циљева. Одређивање приоритета циљева подразумева утврђивање њиховог међусобног односа кроз ниво важности и ниво интегрисаности. Ниво важности пружа одговор на питање: колики је значај једног циља за остваривање других циљева, док ниво интегрисаности даје одговор на питање: колико се један циљ остварује кроз реализацију других циљева. На основу нивоа важности и нивоа интегрисаности израчунава се релацијски индекс, који представља однос нивоа важности и нивоа интегрисаности. Највећи индекс, уједно, означава и ранг највишег приоритета.

3. СТЕПЕН РЕАЛИЗАЦИЈЕ ЦИЉЕВА

Посебан изазов који се поставља пред руководство организације јесте праћење и процена степена реализације циљева. Организације теже високом степену реализације циљева, што захтева стално праћење, објективну процену степена реализације циљева и евентуално предузимање корективних мера. Код циљева нижег хијерархијског нивоа, процена је лакша, међутим, у сложеној структури циљева, где је потребно пратити и процењивати и степен реализације циљева вишег нивоа утврђивање степена реализације је знатно сложеније. Сложеност праћења и процене се може илустровати следећим примером (табела 1):

Табела 1: Структура циљева организације „Х“

Ниво циља	Циљ	Степен реализације (%)
<i>Виши</i>	<i>Одржавање позиције тржишног лидера у квалитету услуга, смештаја и хране</i>	?
<i>Средњи</i>	<i>Унапређен квалитет услуга, смештаја и хране</i>	?
Нижи	Отворени нови продајни објекти	30
Нижи	Имплементиран НАССР стандард	70
Нижи	Унапређен ниво оспособљености особља	60
Нижи	Имплементирана нова рекламна кампања	30
<i>Средњи</i>	<i>Развој нових бизнис могућности у растућем тржишту</i>	?
Нижи	Уведено електронско пословање у свим објектима	50
Нижи	Остварена сарадња са водећим туристичким агенцијама	20

У наведеном примеру приказана структура квалитативно одређених циљева проузрокује низ проблема у праћењу и процењивању степена њихове реализације, који се пре свега огледају у различитим мерним јединицама степена реализације, непрецизно одређеним индикаторима реализације циљева и недефинисаним начином утврђивања степена реализације циљева.

Због ограниченог обима, у раду је разматрана само процена степена реализације циљева вишег хијерархијског нивоа, која зависи од различитих фактора, као што су значај циљева, усклађеност циљева и слично. У случају када је значај циљева нижег хијерархијског нивоа једнак, степен реализације циљева вишег нивоа представља аритметичку средину степена реализације циљева нижег нивоа. Међутим, ако је значај циљева нижег хијерархијског нивоа различит, што је најчешће случај, процена степена реализације циљева вишег нивоа је сложенија. Под претпоставком да су циљеви нижег хијерархијског нивоа усклађени, процена степена реализације циљева вишег нивоа се може реализовати кроз три фазе:

- прикупљање података;
- одређивање релативних тежина циљева нижег хијерархијског нивоа;
- одређивање степена реализације циљева вишег хијерархијског нивоа.

У првој фази врши се прикупљање података о степену реализације циљева нижег хијерархијског нивоа. Процена степена реализације циљева врши се периодично, а сазнањем о проблемима и одступању од планираног предузимају се корективне мере ради потпуне реализације циљева.

Када се прикупе поуздани подаци о степену реализације циљева нижег хијерархијског нивоа, врши се одређивање њихових релативних тежина. Релативне тежине се, између осталог, могу одредити преко релацијских индекса и применом АНР методе.

Релацијски индекси се израчунавају у поступку одређивања приоритета циљева, а релативна тежина циља представља однос релацијског индекса и суме релацијских индекса, израз (1).

$$w_i = \frac{I_i}{\sum I_i}, \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

где је:

w_i – релативна тежина циља нижег хијерархијског нивоа,

I_i – релацијски индекс циља нижег хијерархијског нивоа.

Одређивање релативне тежине применом АНР методе, подразумева да се у првом кораку циљеви пореде у паровима, најчешће применом Сатијеве скале, а затим се добијена матрица користи за процењивање релативних тежина свих циљева. За израчунавање релативних тежина, применом АНР методе, могуће је користити и софтвер Expert Choice.

У последњој фази одређује се степен реализације циљева вишег хијерархијског нивоа, на начин да се степен реализације сваког циља нижег хијерархијског нивоа множи са одговарајућом релативном тежином, при чему сума производа представља степен реализације циља вишег нивоа.

4. ОДРЕЂИВАЊЕ СТЕПЕНА РЕАЛИЗАЦИЈЕ ЦИЉЕВА

У раду је приказан поступак процене степена реализације једног циља средњег хијерархијског нивоа организације „Х“ - „Унапређен квалитет услуга, смештаја и хране“ (табела 1). У датом примеру циљ се достиже реализацијом четири циља нижег хијерархијског нивоа, са степеном реализације се од 30% до 70%. Ради једноставније обраде циљеви нижег хијерархијског нивоа су обележени на следећи начин:

- Ц1 - „Отворени нови продајни објекти“;
- Ц2 - „Имплементиран НАССР стандард“;
- Ц3 - „Унапређен ниво оспособљености особља“;
- Ц4 - „Имплементирана нова рекламна кампања“.

Након прикупљања података о степену реализације циљева нижег хијерархијског нивоа врши се уношење њиховог међусобног односа у табелу. Након тога врши се израчунавање суме по редовима и колонама за сваки циљ на нижем хијерархијском нивоу (табела 2).

Табела 2: Међусобни однос циљева нижег нивоа и релацијски индекси

	Ц ₁	Ц ₂	Ц ₃	Ц ₄	Σ
Ц ₁	0.00	4.00	3.00	4.00	11.00
Ц ₂	6.00	0.00	3.00	2.00	11.00
Ц ₃	7.00	7.00	0.00	8.00	22.00
Ц ₄	6.00	4.00	2.00	0.00	12.00
Σ	19.00	15.00	8.00	14.00	
I ₁	0.58				
I ₂	0.73				
I ₃	2.75				
I ₄	0.86				
ΣI	4,92				

На основу односа сума по редовима и колонама, за сваки циљ, израчунавају се релацијски индекси. Релативне тежине циљева, преко релацијских индекса, добијају се као количник релацијских индекса сваког циља и суме релацијских индекса, израз (2).

$$w_1 = \frac{I_1}{\sum I} = \frac{0,58}{4,92} = 0,118 \quad (2)$$

Релативне тежине циљева добијене применом релацијских индекса износе:

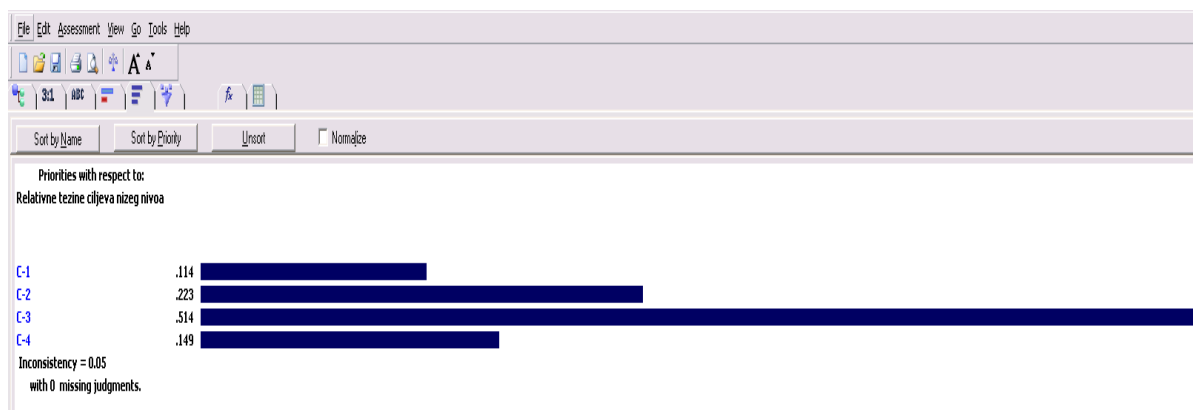
- $w_1 = 0,118$;
- $w_2 = 0,149$;
- $w_3 = 0,559$;
- $w_4 = 0,174$.

Као што је у раду наведено, други начин одређивања релативних тежина је применом АНР методе, који се реализује у три корака. У првом кораку циљеви се пореде у паровима, а вредности у табели 3 означавају интензитет преференције једног циља у односу на други. У другом кораку матрица поређења се прерађује и израчунава сума елемената у свакој колони. У последњем кораку се вредности елемената сваке колоне поделе са сумом вредности те колоне. Аритметичка средина реда представља релативну тежину циља нижег хијерархијског нивоа (табела 3).

Табела 3: Релативне тежине циљева нижег нивоа

	Ц ₁	Ц ₂	Ц ₃	Ц ₄	w
Ц ₁	0.125	0.100	0.174	0.067	0.116
Ц ₂	0.250	0.200	0.174	0.267	0.223
Ц ₃	0.375	0.600	0.522	0.533	0.508
Ц ₄	0.250	0.100	0.130	0.133	0.153

Као што је напоменуто, за израчунавање релативних тежина може се користити и софтвер Expert Choice. Његовом применом се поједностављују математички прорачуни, а релативне тежине прорачунате софтвером су готово идентичне (слика 2).



Слика 2: Релативне тежине циљева нижег нивоа

Релативне тежине циљева добијене применом АНР методе износе:

- $w_1 = 0,116$;
- $w_2 = 0,223$;
- $w_3 = 0,508$;
- $w_4 = 0,153$.

Када су одређене релативне тежине циљева нижег хијерархијског нивоа, приступа се одређивању степен реализације циља вишег нивоа. Степен реализације циља вишег хијерархијског нивоа представља сума производа релативних тежина циљева нижег хијерархијског нивоа и степена њихове реализације, израз (3).

$$S_i = \sum w_j * s_j, \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

где је:

S_i – степен реализације циља вишег хијерархијског нивоа,
 w_i – релативна тежина циља нижег хијерархијског нивоа,
 s_i – степен реализације циља нижег хијерархијског нивоа.

Применом описаног поступка степен реализације циља вишег хијерархијског нивоа, за приказани пример, применом релацијских индекса износи 53% (табела 4).

Табела 4: Степен реализације циља нижег нивоа (преко релацијских индекса)

Циљ нижег нивоа	w_i	s_i	S_i
Ц ₁	0,118	0,30	4%
Ц ₂	0,149	0,70	10%
Ц ₃	0,559	0,60	34%
Ц ₄	0,174	0,30	5%
Степен реализације циља вишег хијерархијског нивоа (S_i)			53%

Одређивањем степена реализације циља, приказаног у раду, применом АНР методе добија се сличан резултат (табела 5).

Табела 5: Степен реализације циља нижег нивоа (применом АНР методе)

Циљ нижег нивоа	w_i	s_i	S_i
Ц ₁	0,116	0,30	3%
Ц ₂	0,223	0,70	16%
Ц ₃	0,508	0,60	30%
Ц ₄	0,153	0,30	5%
Степен реализације циља вишег хијерархијског нивоа (S_i)			54%

Када би се степен реализације циља вишег хијерархијског нивоа, приказан у примеру, израчунао применом аритметичке средине, он би износио 48%. На основу овога можемо закључити да када је значај циљева нижег нивоа различит (као у наведеном примеру) погрешно је степен реализације циља вишег хијерархијског нивоа одредити израчунавањем аритметичке средине, већ је неопходно користити неку од постојећих метода за одређивање степена реализације циља.

5. ЗАКЉУЧАК

У складу са тежњом руководства савремених организација да повећају објективност у процени степена реализације циљева, основни циљ овог рада био је приказ могућности употребе релацијских индекса и АНР методе у процени степена реализације циљева, указујући на значај одређивања, праћења и процене степена реализације циљева у организацији.

На основу резултата приказаних у овом раду, могу се уочити основне предности употребе релацијских индекса и АНР методе у процени степена реализације циљева, као што су: објективност, једноставност и применљивост. Поред предности, постоје и одређена ограничења у употреби релацијских индекса и АНР методе у процени степена реализације циљева, која се првенствено односе на оспособљеност лица која требају да примењују описане методе.

Имајући у виду предности и недостатке употребе релацијских индекса и АНР методе, може се закључити да се њиховом применом олакшава рад, смањује субјективност и грешка у процени степена реализације циљева, чиме се обезбеђује квалитетније управљање организацијама.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Машић Б. и група аутора, (2010). Менаџмент: принципи, концепти и процеси, IV допуњено издање, Универзитет Сингидунум, Београд.
- [2] Машић Б., (2009). Стратегијски менаџмент, Универзитет Сингидунум, Београд.
- [3] Боровић С., Милићевић М., (1996). Вишекритеријумска оптимизација, Центар војних школа Војске Југославије, Београд.
- [4] Боровић С., Милићевић М., (2001). Збирка задатака из одабраних области операционих истраживања, Војна академија, Београд.
- [5] Влада Републике Србије, (2007). Смернице за израду годишњег оперативног плана за 2008. годину, Београд.



EMOCIONALNA INTELIGENCIJA U USLUŽNOM I PROIZVODNOM SEKTORU

EMOTIONAL INTELLIGENCE IN SERVICE AND PRODUCTION SECTOR

ELISAVETA SARDŽOSKA¹, VIOLETA ARNAUDOVA²

¹ Filozofski fakultet, Skopje, elisasar2004@yahoo.com

² Filozofski fakultet, Skopje, violeta.arnaudova@hotmail.com

Rezime: *Istraživanje emocionalne inteligencije je sprovedeno na uzorku od 120 zaposlenih u uslužnom i proizvodnom sektoru u Makedoniji primenom skale emocionalne inteligencije autorke R. Đokić od 42 ajtema. Analiza varijanse je pokazala da je emocionalna inteligencija izraženija kod ispitanika u uslužnom sektoru, kod žena i kod ispitanika visokog obrazovanja i većeg radnog staža, i da postoji samo aditivna povezanost između sektora i posebno razmatranog pola, obrazovanja i radnog staža. Izneti su predlozi za razvoj emocionalne inteligencije kod zaposlenih u oba sektora u cilju poboljšanja efikasnosti rada i blagostanja zaposlenih.*

Ključne reči: *Emocionalna inteligencija, uslužni sektor, proizvodni sektor.*

Abstract: *The research of emotional intelligence is conducted on a sample consisting of 120 employees in service and production sector in Macedonia with application of R. Gjokic's emotional intelligence scale with 42 items. Analysis of variance revealed emotional intelligence is more expressed in service sector, among women, for university education and for more work experience, and that just additive relation exists between sector and aside treated gender, education and work experience. Recommendations for further development of emotional intelligence in both types of sectors are presented so that work efficiency as well as employee well-being to be improved.*

Keywords: *Emotional intelligence, service sector, production sector.*

1. UVOD

Emocionalna inteligencija zaposlenih postaje sve značajnija za pozicioniranje organizacije na tržištu, za stvaranje dobrog imidža i prepoznatljivosti zbog odgovornosti u staranju o klijentima, zajednici i okolini, i za održanje konkurentske prednosti u uslovima tržišnog poslovanja i akcionarskih odnosa. Emocionalna inteligencija je uključena u međuljudske odnose u organizaciji jednako kao i u procesu pružanja usluga klijentima. Emocionalna inteligencija ima vrednosnu i etičku dimenziju time što menadžment organizacije u određenoj kulturnoj sredini precizno propisuje dozvoljene tipove emocija i emocionalnih reagovanja na poslu.

Naučni menadžment nije vodio računa o emocijama, potrebama i zadovoljstvu radnika u pokušaju da se pronađu naučni metodi isključivo za povećanje produktivnosti, dok model međuljudskih odnosa ističe da je radno zadovoljstvo značajni uzrok veće produktivnosti na poslu. Iako kauzalna veza između radnog zadovoljstva i produktivnosti na poslu nije dokazana, ipak uvođenje koncepta radnog zadovoljstva možemo smatrati pretečom koncepta emocionalne inteligencije. Hellerov model (1999) ljudskih resursa objašnjava svu složenost odnosa koji postoje između zadovoljstva i performanse na radu putem koncepta participacije i primenom kompetencija (inputa) za postizanje efikasne performanse koja zatim dovodi do povećanja zadovoljstva poslom, videti Mullins (2005). Predloženi model integriše kompetencije koje Goleman (1998) smatra neophodnim za efikasni rad menadžera – tehničke (funkcionalne), kognitivne i emocionalne kompetencije, videti Torington i sar. (2004). Ovaj autor istraživanjem radne efikasnosti na velikom broju menadžera došao je do saznanja da su za efikasno liderstvo, emocionalne kompetencije čak dva puta značajnije od tehničkih i kognitivnih kompetencija. Menadžeri koji prihvataju psihološka saznanja o značaju emocionalnih veština na radu ispravno smatraju da su emocije neodvojivi deo ljudske prirode i da zbog toga ljudi na poslu ne predstavljaju samo racionalne izvršioce posla već isto tako imaju emocije i reaguju emotivno na događaje u njihovoj radnoj sredini i na radnom mestu.

Karakteristika savremenih radnih uslova je sve veća ekspanzija i globalizacija uslužnog sektora na račun proizvodnog sektora, što naglašava uticaj obrazovanja za sticanje i razvoj kompetencija na račun obuke za manipulisanje objektima i opremom. Boyatzis (1982) smatra da kompetencije predstavljaju istaknute karakteristike ličnosti koje rezultiraju efektivnim ili superiornim učinkom i obuhvataju lične sposobnosti, znanje, motive, posebne kvalitete, imidž i društvenu ulogu, videti Torington *i sar.* (2004). Tehničke/funkcionalne kompetencije su sposobnosti, znanja i veštine koje se stiču formalnim obrazovanjem i za iste se dobija diploma (sertifikat). Kognitivne kompetencije su intelektualne sposobnosti i predispozije za sticanje tehničkih kompetencija. Emocionalne kompetencije su sposobnost da se prepoznaju emocionalni znaci i da se upravlja svojim emocijama kao i emocijama drugih ljudi na pravi način.

Goleman (1998) smatra da koncept emocionalne inteligencije uključuje pet dimenzija, videti Torington *i sar.* (2004).

- Samosvest je svest o sopstvenim emocijama, osećanjima, raspoloženju, potrebama, vrednostima, jakim i slabim stranama ličnosti.
- Samokontrola je sposobnost da se upravlja pravilno svojim emocijama i impulsima.
- Samomotivacija je tendencija da se postave i ostvare lični i viši ciljevi, da se izdrže teškoće, da se ima unutrašnji poticaj u životu i na radu.
- Empatija je sposobnost da se prepoznaju emocije i osećanja drugih ljudi, i da se saoseća s njima.
- Društenost je veština za dobro ponašanje prema ljudima, za uticanje i upravljanje emocijama drugih ljudi.

Postavlja se pitanje zbog čega je važna emocionalna inteligencija u životu i na radu ljudi. Pre svega donošenje kvalitetnih odluka je rezultat ne samo racionalnog već i emocionalnog odlučivanja. Zatim, u 59 studija je dobijena umerena povezanost između emocionalne inteligencije i radne performanse (Robbins & Judge 2007). Isto tako, emocionalna inteligencija omogućava predikciju značajnih radnih konsekvenci kao što su produktivnost, organizacijska lojalnost, zadovoljstvo poslom, etičko ponašanje na radu i ostajanje u organizaciji.

Emocionalna inteligencija neposredno utiče na kvalitet interpersonalnih odnosa u organizaciji i sa klijentima. Emocionalna inteligencija omogućava psihološku transakciju između ljudi preko izražavanja njihovih emocija i stimulisanja uzajamne pažnje (Radulović 1998), a koja je opet preduslov da se realizuje prava ekonomska razmena usluga i proizvoda organizacije sa klijentima. Upravo zbog takve svoje funkcije, psihološka transakcija mora biti ekonomična i odmerena prema broju, tipu i intenzitetu emocija i stimulacija koje se razmenjuju između ljudi da bi se oni osećali udobno u međusobnim kontaktima i da bi imali želju da nastave interakciju. U suprotnom, transakcija se prekida i ne može da dođe do razmene koja je krajnji cilj svake profitabilne organizacije.

Emocionalna inteligencija je od posebne važnosti za uslužni sektor koji se sve više širi putem kontakata sa klijentima i saradnicima iz drugih zemalja (Rothmann & Cooper 2008) dok je opet sama usluga nevidljiva tako da ista predstavlja proces i aktivnost nego stvar, a prilikom njenog stvaranja jednako učestvuju i uslužni radnici i klijenti što nije slučaj sa proizvodnim sektorom.

U ovom istraživanju je od interesa da se prouči povezanost tipa sektora sa polom, obrazovanjem i radnim stažom, i njihov uticaj na emocionalnu inteligenciju. Što se pola tiče, poznato je da žene više izražavaju svoje emocije, lakše prepoznaju emocije kod drugih ljudi i više saosećaju s njima u poređenju sa muškarcima. Smatra se da su žene procesom socijalizacije naučile da budu emotivnije i osećajnije prema drugim ljudima, pokazuju tendenciju da budu prihvaćene od drugih i imaju unutarnju sposobnost da razumeju svoje i tuđe emocije. Muškarci se socijalizuju tako da budu jaki, hrabri i da ne izražavaju svoje emocije. U odnosu na obrazovanje, veće obrazovanje kao i veće kognitivne i emocionalne kompetencije obično se zahtevaju na složenijim radnim mestima u poređenju sa manjim obrazovanjem. Relevantni nalazi pokazuju da postoji povezanost radnog staža i uzrasta sa emocionalnom inteligencijom tako što sa povećanjem uzrasta i radnog staža obično dolazi i do povećanja emocionalne inteligencije, pozitivnih emocija i doživljaja pozitivnog afektivnog tona u životu i na radu.

1.1. Hipoteze istraživanja

- Emocionalna inteligencija je izraženija kod ispitanika iz uslužnog sektora u poređenju sa proizvodnim sektorom.
- Emocionalna inteligencija je izraženija kod žena u poređenju sa muškarcima.
- Emocionalna inteligencija je najviše izražena kod žena u uslužnom sektoru, a najmanje izražena kod muškaraca u proizvodnom sektoru.
- Emocionalna inteligencija je izraženija kod ispitanika visokog obrazovanja u poređenju sa ispitanicima sa srednjim obrazovanjem.

- Emocionalna inteligencija je najviše izražena kod ispitanika visokog obrazovanja u uslužnom sektoru, a najmanje izražena kod ispitanika srednjeg obrazovanja u proizvodnom sektoru.
- Emocionalna inteligencija je izraženija kod ispitanika većeg radnog iskustva u poređenju sa ispitanicima sa manjim radnim iskustvom
- Emocionalna inteligencija je najviše izražena kod ispitanika većeg radnog iskustva u uslužnom sektoru, a najmanje izražena kod ispitanika manjeg radnog iskustva u proizvodnom sektoru.

2. METOD ISTRAŽIVANJA

Uzorak sačinjavaju 120 ispitanika iz dva grada Makedonije, od kojih 60 zaposlenih u uslužnom sektoru i 60 zaposlenih u proizvodnom sektoru, 59 žena i 61 muškarac, 59 sa visokim obrazovanjem i 61 sa srednjim obrazovanjem, i 51 sa radnim stažom do 10 godina i 69 sa radnim stažom više od 10 godina.

Varijabla istraživanja je emocionalna inteligencija koja predstavlja individualnu sposobnost za prepoznavanje i upravljanje svojim emocijama i emocijama drugih ljudi. Primenjena je skala emocionalne inteligencije (Đokić 2003) od 42 ajtema koji se ocenjuju u rasponu od 1 do 4. Skala meri tri tipa emocionalnih odnosa (odnos prema sebi, odnos prema drugima i odnos prema životu) koji se kombinuju u jedan zajednički rezultat kao pokazatelj opšte emocionalne inteligencije, što je i urađeno u ovom radu. Pri tome, maksimalni rezultat (skor) može da iznosi 168, minimalni skor može da bude 42, dok teorijski srednji skor je 105. Veći skor na skali označava izraženiju emocionalnu inteligenciju i obrnuto.

Nominalne varijable u istraživanju su sektor, pol, obrazovanje i radni staž. Hipoteze se proveravaju primenom dvofaktorijalne univarijantne analize varijanse (Tenjović 2000).

3. REZULTATI

Rezultati u tabeli 1 ukazuju na to da emocionalna inteligencija u uslužnom sektoru dostiže vrednost koja je nešto iznad proseka od 105 dok u proizvodnom sektoru je ispod proseka, i da postoji tendencija da emocionalna inteligencija bude izraženija kod žena, i kod ispitanika visokog obrazovanja i većeg radnog iskustva.

Tabela 1: Deskriptivni rezultati za emocionalnu inteligenciju

Varijabla	Aritmetička sredina (M)	Standardno odstupanje (SD)	Broj ispitanika (N)
Sektor	111,6000 uslužni	18,69215	60
	95,4667 proizvodni	15,15957	60
Pol	114,5593 žene	16,15045	59
	92,868 muškarci	14,57335	61
Obrazovanje	111,4407 visoko	17,33073	59
	95,8852 srednje	95,8852	61
Radni staž	95,7451 do 10 god.	16,92435	51
	109,2899 od 10 do 20 god.	18,10111	69

Tabela 2: Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse

Izvori variranja	Sume kvadrata (SS)	Stepeni slobode (df)	Prosečni kvadrat (MS)	F	Sig.
Sektor	6821,975	1	6821,975	37,614	,000
Pol	13111,057	1	13111,057	72,289	,000
Sektor* Pol	21,599	1	21,599	,119	,731
Greška	21038,861	116	181,369		
Ukupno	1328280,000	120			
Sektor	7620,759	1	7620,759	33,084	,000
Obrazovanje	7008,322	1	7008,322	30,426	,000
Sektor * Obrazovanje	443,217	1	443,217	1,924	,168
Greška	26719,832	116	230,343		
Ukupno	1328280,000	120			
Sektor	8569,963	1	8569,963	36,103	,000
Radni staž	6537,320	1	6537,320	27,540	,000
Sektor * Radni staž	62,945	1	62,945	,265	,608
Greška	27535,617	116	237,376		
Ukupno	1328280,000	120			

Analiza varijanse je pokazala da sektor, pol, obrazovanje i radni staž predstavljaju faktore od kojih svaki posebno ima značajni uticaj na emocionalnu inteligenciju tako da je emocionalna inteligencija izraženija u

uslužnom sektoru, kod žena, kod visokog obrazovanja i kod većeg radnog iskustva (tabela 2). Time su zapravo potvrđene hipoteze o značajnom efektu svakog od ovih faktora na emocionalnu inteligenciju dok hipoteze o interakciji nisu potvrđene obzirom da je dobijena samo aditivna veza između faktora sektora i posebno razmatranih faktora pola, obrazovanja i radnog staža.

4. DISKUSIJA

U radu je istraživani koncept emocionalne inteligencije polazeći od shvatanja Golemana (1998) da su emocionalne kompetencije najznačajnije determinante efikasnosti menadžera u poređenju sa njihovim tehničkim/funkcionalnim i kognitivnim sposobnostima, videti Torington i sar. (2004). Koncept emocionalne inteligencije je razmatran kao zbir tri tipa emocionalnih odnosa - emocija prema sebi koje potiču od najintimnijeg dela nas samih, emocija prema drugima koje se razvijaju u socijalnim relacijama i emocije koje uključujemo prilikom donošenja životnih odluka i postizanja kvalitetnijeg življenja. Smatra se da je što više emocionalna inteligencija razvijena, to osoba postaje sposobnija da na humani, etički i dostojanstven način upravlja svojim emocijama i emocijama drugih ljudi. Emocionalna inteligencija koja ima fiziološku osnovu u limbičkom sistemu prefrontalnog korteksa može se razvijati i preko obuke, a to je posebno važno kada je izražena u prosečnoj ili podprosečnoj meri što je bio slučaj sa emocionalnom inteligencijom u uslužnom i proizvodnom sektoru u ovom istraživanju.

Hipoteze istraživanja koje su predpostavile različitu izraženost emocionalne inteligencije u zavisnosti od sektora, pola, obrazovanja i radnog staža bile su potvrđene tako što su uslužni sektor, ženski pol, visoko obrazovanje i radni staž veći od 10 godina bili povezani sa izraženijom emocionalnom inteligencijom u poređenju sa proizvodnim sektorom, muškim polom, srednjim obrazovanjem i radnim stažom manjim od 10 godina. Time su potvrđena saznanja da faktori sa uticajem na emocionalnu inteligenciju jesu - uslužni sektor i to zbog njegove ekspanzije na području rada, ženski pol koji je pretežno socijalizovan emotivno, visoko obrazovanje koje izgleda da je povezano sa složenim radnim mestima koja mogu da postavie i veće emocionalne zahteve, i najzad, veće radno iskustvo i veći uzrast koji su zajedno povezani sa većim doživljajem pozitivnih emocija na poslu i u životu. Što se tiče povezanosti između faktora sektora i posebno razmatranih faktora pola, obrazovanja i radnog staža dobijena je aditivna, a ne interakcijska povezanost, verovatno zbog toga što je za svaki faktor već dokazano da ima značajan efekat na emocionalnu inteligenciju (Tenjović 2000).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati ukazuju da je emocionalna inteligencija izraženija u uslužnom nasuprot proizvodnom sektoru, i da je u oba sektora nedovoljno razvijena obzirom da je u uslužnom sektoru dobijena samo prosečna vrednost dok u proizvodnom sektoru - podprosečna vrednost emocionalne inteligencije. Na bazi ove konstatacije dajemo sledeće preporuke. Pre svega, za razvoj emocionalne inteligencije svih zaposlenih-menadžera i nemanadžera trebalo bi organizovati adekvatne obuke kroz saradnju menadžmenta organizacije i konsultantskih kuća.

Zatim, trebalo bi zaposliti ljude sa prirodno razvijenom emocionalnom inteligencijom posebno na radnim mestima koja zahtevaju veliku socijalnu interakciju; formirati timove ljudi sa razvijenim emocionalnim veštinama koji će biti modeli za pozitivno emocionalno ponašanje; stvoriti pozitivnu radnu klimu koja stimuliše pozitivne emocije, entuzijastičko raspoloženje i kreativnost na poslu; uključiti pozitivne emocije u liderstvu i prilikom realizovanja svih funkcija menadžmenta. Time se može postići veća efikasnost na radu, veće blagostanje i bolji kvalitet življenja zaposlenih što je cilj svake produktivne i socijalno odgovorne organizacije, dok bi menadžmentu pomoglo da može bolje da razume, predvidi i kontroliše ponašanje zaposlenih, saradnika i klijenata u okviru praktičnih i etičkih granica.

LITERATURA

- [1] Đokić, R. (2003). Test emocionalne inteligencije. Psihologija danas. Broj 20.
- [2] Mullins, J. L. (2005). Management and Organizational Behavior. (7th ed.). Prentice Hall.
- [3] Radulović, M. D. (1998). Psihologija marketinga. Teorijski pristupi u proučavanju ponašanja potrošača. Beograd: Insitut za kriminološka i sociološka istraživanja.
- [4] Robbins, P. S. & Judge, A. T. (2007). Organizational Behavior. (12th ed.). Prentice Hall.
- [5] Rothmann, I. & Cooper, C. (2008). Organizational and Work Psychology. Hodder Education.
- [6] Tenjović, L. (2000). Statistika u psihologiji. Priručnik. Beograd: Centar za primenjenu psihologiju Društva psihologa Srbije.
- [7] Torington, D., Hol, L. i Tejlor, T. (2004). Menadžment ljudskih resursa. (5to izd.). Beograd: Data status



VIŠEKRITERIJUMSKO RANGIRANJE METODOM OCENJIVANJA

MULTICRITERIA RANKING WITH MARK-GIVING METHOD

OTILIJA SEDLAK¹, IVANA ĆIRIĆ²

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici, Srbija, zotisz@tippnet.rs

² Student doktorskih studija Univerziteta u Novom Sadu, Ekonomski fakultet Subotica, Srbija, civana87@hotmail.com

Rezime: U procesu poslovnog odlučivanja, kao i u nekim drugim oblastima, javlja se potreba primene matematičkog modeliranja kao i u slučajevima: postavljanja ciljeva, formulisanja alternative, izbor i realizacija alternative i kontrola. Funkcija kriterijuma, ograničenja i alternativna rešenja se nalaze u prostoru neizvesnosti, nedeterminisanosti, nepotpuni su i rasplinuti. Metod ocenjivanja bazira se na metodi uređenja na osnovu proseka. Fuzzy metoda uređivanja, koja se bazira na ocenjivanju, omogućuje uređenje takvih alternativa, gde se fuzzy kriterijumi mogu opisati ocenama, ili gde se vrednosti kriterijuma mogu smatrati ocenama.

Cljučne reči: Metod ocenjivanja, Yager-ova metoda, matematičko modeliranje.

Abstract: As well as in other areas, in the process of business decision making have to use mathematical modelling in cases such as setting goals, formulation of alternatives, selection and realization of the chosen alternative, and control. Criteria and restrictions of alternatives are also encompassed in the space of uncertainty and indeterminacy. They have multiple meanings, in addition to being incomplete and fuzzy. The ordering method is based on the assessment, i.e. mark-giving method used by teachers in education. Values of criteria are treated as fuzzy sets, given as marks.

Keywords: Mark-giving-method, Yager's method, mathematical modelling.

1. UVOD

Metod ocenjivanja, kriterijume tretira kao fuzzy sistem sa pravilima agregiranja. Metod je u nekim svojim koracima sličan metodu uređivanja alternativa po R. Jain-u. Uređivanje na osnovu pondera, pridruženim alternativama, predstavlja različit princip od onog koji primenjuje Jain. Metod koji primenom fuzzy logike i fuzzy sistema rangira alternative, na relativno jednostavan način može da se bavi velikim brojem konkurentnih i konfliktnih kriterijuma.

Metod ocenjivanja se bazira na jedinstvenom ocenjivanju kriterijuma. Razvio se kao metod koji se prilagođava problemu. Metod ocenjivanja alternativama pridružuje samo jednu ekstra ocenu na osnovu čega se alternative uređuju.

Metod ocenjivanja, koji je sličan metodu uređenja R. Jain-a, bazira se na ponderisanom agregiranju ocena. Obrada ocena može se opisati sa više pravila, formira se fuzzy skup ekstra ocene pomoću agregacije na osnovu pravila, a može se i programirati kao fuzzy sistem (Jain, 1997).

Metod ocenjivanja može se i uopšteno koristiti. Ako se vrednosti kriterijuma mogu tretirati kao ocene (ili se mogu transformisati u njih), metod je primenljiv.

U radu se nalazi aplikacija rangiranja na primeru specifičnih pravnih slučajeva u Vojvodini, iz perioda 2010-2011. godine. Različiti kriterijumi opisa slučajeva (starost, vrsta vozačke dozvole, itd.) tretirane su jedinstveno: kriterijumi tretirani kao fuzzy skupovi opisani su u obliku ocena. Izabran je petostepeni način ocenjivanja, a funkciju pripadnosti fuzzy skupu predstavljaju trouglasti fuzzy brojevi.

2. METOD OCENJIVANJA

U obrazovanju, kod različitih predmeta, znanje se vrednuje istim ocenama. Uobičajeno je da se računa i prosek. U diplomi, prosečna ocena se računa na osnovu ocena sa različitim težinom. Proseci omogućuju da se utvrdi redosled (rang) na osnovu ostvarenog uspeha u obrazovanju. Ovaj metod uređenja na osnovu uspeha se već dugo primenjuje u obrazovanju i prihvaćen je kao objektivan način za rangiranje.

Matematičku analizu zahteva i izbor fuzzy skupova i operacija, koji će obezbediti prikaz osobina ocena. Da bi metod ocenjivanja mogao da se bavi ocenama kao što je to uobičajeno u obrazovanju, potrebno je utvrditi karakteristične osobine ocena i treba ispitati kojim fuzzy sistemom se mogu te osobine i uređenje ostvariti. Sa stanovišta fuzzy sistema karakteristike ocena su sledeće:

- Kod različitih predmeta znanje se meri pomoću jedne ocene (1,2,..) u p -stepenom (npr. petostepenom) ocenjivanju.
- Kao ocena može se dati i takozvana srednja ocena (npr. 3,5). Koliko je neka srednja ocena bliska nekoj celobrojnoj oceni, najčešće zavisi od subjektivne procene.
- Prosek (stečen u obrazovanju, u diplomu) je prosek ponderisanih ocena, koji se tretira ocenom (obično nije ceo broj).

Ove karakteristike kod metode ocenjivanja se javljaju na sledeći način:

- Različiti kriterijumi se opisuju istim ocenama, ali nije neophodno kod svih kriterijuma identično, p -stepeno ocenjivanje.
- Ocene se definišu takvim fuzzy skupovima čije funkcije pripadnosti pokazuju stepen pripadanja srednje ocene skupu ocena. Pored toga, moraju ukazati i na to da srednje ocene i vrednosti koje se nalaze u njihovoj neposrednoj okolini (npr. 1,5; 2,5; 3,5 itd.) pripadaju dvoma susednim skupovima. Skup ocene (supp) može se odrediti intervalom koji je npr. (ocena-0,6; ocena+0,6). U p intervalu susedni intervali imaju zajednički deo.

- Funkcija pripadnosti fuzzy skupu ocene je takva simetrična funkcija, koja u sredini intervala uzima vrednost 1, a od sredine u oba pravca je monotono opadajuća. Izbor odgovarajuće funkcije bazira se na traženju približavajuće funkcije. Tako je za opisivanje funkcije pripadanja izabran trouglasti fuzzy broj.

Da bi se ostvario prosek koji se može smatrati ocenom i rezultat se zadaje p -stepenim ocenama. Vrednost p određuje najviši stepen ocenjivanja, koji je primenjen kod kriterijuma. Nazovimo ovaj skup, koji se sastoji od p ocena, skupom rezultata. Najpogodnije je da se prosek odredi u skupu rezultata. U tom slučaju, suma ponderisanih ocena biće neki podskup skupa rezultata (nazovimo ga skupom ekstra ocena). Proseku odgovara težišna tačka tog podskupa. Potrebna su sledeća pravila:

- Svakoј oceni pridružuje se jedan podskup istoimene ocene iz skupa rezultata. Funkcija pripadnosti podskupa je takođe trouglasti fuzzy broj.

Svaka ocena utiče na rezultat u onoj meri koja odgovara težišnoj vrednosti kriterijuma koji mu pripada (maksimalna težišna vrednost je 1). Npr. visina podskupa dobijenog preslikavanjem množi se sa težišnom vrednošću. Treba, međutim, naglasiti da samo kriterijumi sa većom težišnom vrednošću mogu uticati na krajnji rezultat (slično pretpostavlja i Yager-ova metoda). To se može postići ako se visina podskupa množi kvadratom težišne vrednosti (Maier, 2008).

- Ako više kriterijuma dobije istu ocenu, tada se ocenama koje su pomnožene različitim ponderima, pridružuju različiti podskupovi u skupu rezultata iste ocene.
- U skupu rezultata agregirajući dobijene podskupove sa preslikavanjem ocena (t-konorma) dobija se skup ekstra ocene. Težišna tačka skupa ekstra ocene, odnosno projekcija na x -osi može se smatrati kao ocena.

Metod uređenja sa više kriterijuma može se definisati na sledeći način:

Neka je $X=\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ konačan skup alternativa, neka je $K=\{k_1, k_2, \dots, k_m\}$ konačan skup fuzzy kriterijuma i neka su g_1, g_2, \dots, g_m ponderi koji pripadaju kriterijumima, s tim da je maksimalna vrednost pondera 1.

Neka je svaki k_j fuzzy kriterijum iznad X lingvističke promenljive ($1 \leq j \leq m$) i neka je $k_j=\{S_1, S_2, \dots, S_{p_j}\}$, skup vrednosti lingvističke promenljive. Funkcije pripadnosti (μ) S_1, S_2, \dots, S_{p_j} fuzzy skupova i njihovi skupovi nosioci (supp) na osnovu ocena treba da budu

$$\begin{array}{ll}
 \mu_{S_1}(x) & \text{supp } S_1 = [0,4;1,6] \\
 \mu_{S_2}(x) & \text{supp } S_2 = [1,4;2,6] \\
 \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot \\
 \mu_{S_{p_j}}(x) & \text{supp } S_{p_j} [p_j-0,6;p_j+0,6].
 \end{array} \tag{1}$$

Neka je svaka funkcija pripadnosti iznad skupova istog oblika trouglastog fuzzy broja.

Stepen ocenjivanja (p) može da bude bilo koji ceo broj, ali tačnost i mogućnosti izražavanja se razlikuju od slučaja do slučaja. Može se vrednovati alternativa a_i ($1 \leq i \leq n$) sa S_1, S_2, \dots, S_{p_j} fuzzy skupovima k_j kriterijuma.

Metod ocenjivanja svakoj a_i alternativni pridružuje jedan fuzzy skup R_i ekstra ocene, koji će se pojaviti u jednom E fuzzy skupu rezultata. Skup E će omogućiti da se skupovi R_i uporede, kao i to da se skup R_i ne definiše. Skup E je identičan fuzzy skup sa skupom kriterijuma:

$$E = \{S_1, S_2, \dots, S_{p_k}\}, \quad (2)$$

gde je $k = \max p_j$ ($j=1,2,\dots,m$), i svaki R_i skup će se formirati na osnovu delimično aktiviziranih podskupova E skupa (Sedlak, 2013).

Za formiranje skupova R_i neophodna su preslikavanja i agregacije fuzzy skupova. Jedan jednostavan FAM (Fuzzy Associative Memories) sistem n dimenzionalne fuzzy skupove preslikava u m dimenzionalne i to pomoću k paralelnih FAM pravila i njihovog istovremenog korišćenja (A_1, B_1) , (A_2, B_2) , ..., (A_k, B_k) . Svaki A-input podatak u nekoj meri aktivira svako pravilo FAM sistema. (A_i, B_i) je FAM pravilo i ima oblik:

$$\text{AKO } C = A_i \text{ ONDA } D = B_i \quad (3)$$

(gde su C, D lingvističke promenljive a u njihove moguće vrednosti spada A_i, B_i), A input podatak preslikavaju u deo skupa B_i , koji je delom aktiviran, u B_i' . Od strane celog FAM sistema proizveden je B skup, koji je ponderisani zbir delom aktiviranih B_1', B_2', \dots, B_k' fuzzy skupova:

$$B = w_1 B_1' + w_2 B_2' + \dots + w_k B_k' \quad (4)$$

gde vrednosti w_i iz intervala (0,1) označavaju pondere FAM pravila (Kosko, 1992).

Za FAM sistem se neposredno vezuje i jedan postupak defazifikacije, koji B fuzzy skupu pridružuje jedan jedini broj. Težišnu tačku y skupa B daje metod gravitacione sredine (Center of Gravity) (Kosko, 1992).

U ovom slučaju treba primeniti jedan programski blok koji će funkcionisati kao FAM sistem da bi se generisao R_i . Input podaci programskog bloka biće ocene kriterijuma: o_1, o_2, \dots, o_m . Svaka o_j ocena od datih vrednosti kriterijuma S_1, S_2, \dots, S_{p_j} jedan ili dva susedna delom aktivira a FAM pravila ove delom aktivirane skupove preslikavaju u E skup. R_i skup je ponderisani zbir, čak i više puta, delom aktiviranih skupova S_1, S_2, \dots, S_{p_j} .

CF (Certainty Faktor) daje stepen sigurnosti pravila, sa kojim FAM sistem automatski množi rezultat pravila. Ovu vrednost CF-a određuje kvadrat pondera kriterijuma koji se nalazi u premisi (u zavisnosti od odabranog cilja).

U toku funkcionisanja FAM sistema, jedan niz ocena o_1, o_2, \dots, o_m , koji pripada jednoj alternativni a_i , delom aktivira skupove S_1, S_2, \dots, S_{p_j} , koji se nalaze u delu uslova FAM sistema. Pravilo u istoj meri aktivira i istoimeni skup iz dela posledica. Kod svakog preslikavanja u E skup množi dati trouglasti fuzzy broj sa CF vrednošću.

Nakon preslikavanja agregiraju se skupovi koji su delom aktivirani (pomoću operatora algebarskog zbira sabira ih), i na kraju defazifikacijom se formira težišna tačka agregiranog skupa. Metod ocenjivanja se može programirati softverom fuzzy logike ili ekspertnim sistemom. Za izradu programa može se odabrati FS (Fuzzy Soft) programski paket fuzzy logike.

3. JAIN-OV METOD I METOD OCENJIVANJA

Metod ocenjivanja je vrlo sličan metodu, koji se vezuje za ime R. Jain-a, a to je metod uređenja alternativa pomoću fuzzy logike. Vrednost y_i određuje redni broj alternativa.

Mnogi su kritikovali Jain-ov metod, pošto za formiranje M skupa ne daje nikakvu pomoć (izbor β), a y_i koji je pridružen alternativni a_i predstavlja samo jednu jedinu maksimalnu vrednost (kod uređivanja ostale ne uzima u obzir).

Metod ocenjivanja napred nabrojane nedostatke nema. Možemo uporediti korake ove metode Jain-ovim metodom:

1. Kao i Jain-ov metod, za svaku alternativu a_i formira jedan R_i fuzzy skup u formi:

$$R_i = \sum_{j=1}^m g_j * r_{ij} \quad (5)$$

gde se vrednosti pondera g_j mogu kretati samo u intervalu [0,1] realnih brojeva, vrednosti r_{ij} su specijalni i za svaki kriterijum su isti fuzzy skupovi ocena (stepen ocene u zavisnosti od kriterijuma može da bude različit).

2-3. Metod ne ograničava vrednosti funkcije pripadnosti skupova R_i , nije potrebno definisati ni M, pa ni formirati skupove $R_{i\alpha}$. Umesto toga u zajedničkom E skupu dolazi do upoređivanja R_i skupova.

4. Vrednost y_i , koji se pridružuje alternativu a_i i predstavlja težišnu tačku skupa R_i , formira se uzimajući u obzir sve vrednosti kriterijuma. Vrednosti y_i pokazuje i redni broj alternativa.

Na kraju, moguće je zaključiti, da "metoda ocenjivanja" u poređenju sa Jain-ovim metodom, sličnost ostvaruje na osnovu sabiranja ponderisanih ocena, ali formiranje y_i vrednosti, pridruženih alternativama, kao fuzzy-sistema, predstavlja različit princip rešavanja problema od Jain-ovog metoda (Sedlak, 2012).

4. UREĐIVANJE PRAVNIH SLUČAJEVA, SAOBRAĆAJNIH PREKRŠAJA

Razmatranje primene fuzzy logike u rešavanju nekih pravnih problema vezuje se za ime L. D. Philips (Philips, 2008). Ukazao je na metod fuzzy logike (Yager, 2005) R.R. Yager-a, koji od alternativa ciljeva na osnovu više kriterijuma bira najpogodniju, a pogodan je za rešavanje pravnih slučajeva, gde se vrši uređivanje alternativa (Dubois, Prade, 1980).

Metod ocenjivanja korišćen je pri uređivanju pravnih slučajeva. Za uređenje izabrani su slučajevi iz domena saobraćajnih prekršaja. Izabrani su slučajevi iz dve različite kategorije: teška telesna povreda, i saobraćajni prekršaj sa jednim smrtnim slučajem (pravni slučajevi iz Vojvodine, iz perioda 2010-2011.). Kod uređivanja korišćeni su glavnim kriterijumi i ponderi, koji su izabrani na osnovu prethodnih statističkih obrada pravnih slučajeva. Opis slučajeva obavljen je na osnovu 14 kriterijuma, koji imaju najveće pondere. Tabela 1. sadrži 14 kriterijuma i njihove pondere, a tabela 2. sadrži opis pravnih slučajeva obeleženih oznakama F1, F2, ..., F14, ocenama.

Tabela 1: Kriterijumi i njihovi ponderi

Kriterijum	Ponder
1. Prekršaj saobraćajnih pravila	1,00
2. Starost	0,70
3. Posledice na počiniocu prekršaja	0,50
4. Povrede iznad pretrpelih osnovnih povreda	0,31
5. Da li je već ranije kažnjavao za saobraćajni prekršaj	0,30
6. Vrsta saobraćajne dozvole	0,26
7. Okolnosti koje su nastale posle nesreće za oštećenog	0,25
8. Porodične okolnosti okrivljenog, da li je izdržavalac	0,24
9. Razlog saobraćajnog prekršaja	0,21
10. Vrsta vozila kojim se prekršilac kretao	0,20
11. Tehnička ispravnost vozila, druge okolnosti	0,16
12. Ošteta saobraćajnog morala	0,15
13. Vreme nesreće	0,14
14. Učestalost sličnih slučajeva	0,10

Redosled uzroka saobraćajnih udesa pokazuje da su nepoštovanje saobraćajnih propisa i preterana upotreba alkohola odgovorni za mnoge nesrećne slučajeve sa tragičnim posledicama. Međutim, brzina je najčešći uzrok saobraćajnih udesa. Nesreće sa povređivanjem uzrokuju: prebrza vožnja (19,3%), nepoštovanje prednosti (12,2%), pogrešno ponašanje pešaka (11,4%), pogrešno preticanje (10,8%), pogrešno prestrojavanje i skretanje (9,6%), upotreba alkoholnih pića (9,4%).

Poznati su različiti činioci koji smanjuju vozačevu sposobnost za vožnju: kiša, bočni udar vetra, magla, poledica, bura, loš kvalitet puta, noćna vožnja, zastoji. Preduslovi za dobru vožnju su: vozilo i njegova tehnička opremljenost, put, saobraćajna policija, osvetljenje, doba dana i godine. Dispozicija za dobru vožnju: dob, bolest, telesni nedostatak, alkohol, lekovi. Zbir tehničkih, organizacionih, klimatskih i meteoroloških uslova treba smatrati preduslovom za optimalno dobru vožnju. Pošto je vozač izložen fizičkim i tehničkim opterećenjima, na vozilo se mora gledati kao na jednu vrstu radnog mesta, koje mora biti prilagođeno čoveku. Sa tehničkog gledišta, moraju da budu stvoreni optimalni uslovi.

Na osnovu dugogodišnjeg ispitivanja psihologa rada, zatim na osnovu radnog iskustva sudija za prekršaje i saobraćajnih milicionera (koji se smatraju ekspertima u ovoj oblasti) izabrana su 14 najvažnijih kriterijuma koji omogućuju da se pravni slučaj opiše i okarakterise kvantitativno. Opis pravnih slučajeva pomoću ocena od 1 do 5 takođe je izvršio sudija za prekršaje, ocenjujući 14 najvažnijih kriterijuma, i tako opisivao pravne slučajeve.

Tabela 2: Opis pravnih slučajeva pomoću ocena

Kriterijum	Pravni slučaj													
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
1.	1	3	3	3	5	4	5	1	3	5	3	3	5	5
2.	5	1	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5
3.	5	5	5	3	5	5	5	3	0	2	5	5	5	5
4.	3	4	3	2	3	4	4	4	2	3	0	0	0	0
5.	0	0	0	0	2	2	1	0	4	0	0	0	5	5
6.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5
7.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8.	2	3	4	0	3	4	0	3	5	5	1	0	1	1
9.	3	2	2	2	1	4	5	1	1	5	4	4	5	3
10.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	3
11.	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	5	3	3
12.	0	1	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	3	3
13.	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14.	0	5	5	5	0	0	5	1	1	5	1	0	1	5

Da bi se uporedilo uređivanje, isto je urađeno i sa Yager-ovim metodom. Yager-ov metod, uzimajući u obzir svaku vrednost “mogućnosti ostvarenja” t_j , alternativni a_i pridružuje vrednost y_i

$$y_i = \max \min(\mu_{k_j}(a_i), t_j) \quad (6)$$

Za svaki k_j ($1 \leq j \leq m$), i alternative isto na osnovu vrednosti y_i uređuje.

Posebno su se uređivali slučajevi F1, F2, ..., F7, odnosno slučajevi F8, F9, ..., F14. Rezultat uređivanja pokazuje tabela 3.

Tabela 3: Rezultati uređivanja

Pravni slučaj	Presuda	Yager-ov metod	Metod ocenjivanja
F1	Novčana kazna, 30 dana	1,00	2,53
F2	Novčana kazna, 50 dana	1,50	2,73
F3	Novčana kazna, 70 dana	1,50	2,79
F4	Uslovni zatvor, 7 meseci	3,00	3,49
F5	Uslovni zatvor, 8 meseci	3,45	3,84
F6	Kazneni, popravni rad, 8 meseci	3,50	4,18
F7	Zatvor, 7 meseci	3,50	4,42
F8	Uslovni zatvor, 1 godina	1,00	2,31
F9	Zatvor, 1 godina	1,50	2,54
F10	Zatvor, 1 godina i 2 meseca	2,50	4,06
F11	Zatvor, 1 godina i 2 meseca	3,00	3,68
F12	Zatvor, 1 godina i 2 meseca	3,00	3,68
F13	Zatvor, 1 godina i 6 meseci	3,45	4,25
F14	Zatvor, 1 godina i 8 meseci	3,45	4,71

5. ZAKLJUČAK

Ocene dobijene Yager-ovim metodom pravilno pokazuju težinu presude. U nekoliko slučajeva, metod pridružuje iste vrednosti različitim ali po redu narednim pravnim slučajevima: npr. ne pravi se razlika između pravnih slučajeva F2 i F3 (novčana kazna 50 i 70 dana). Ali može se naći primer i za suprotan slučaj: kod pravnih slučajeva F10, F11, F12 kazne su jednake, međutim metod uočava razlike.

Metod ocenjivanja skoro svakom pravnom slučaju pridružuje različitu vrednost, a i ocene na odgovarajući način pokazuju redosled. Jedino pravni slučajevi: F10, F11, F12 imaju drugačiji redosled u odnosu na Yager-ov metod. Međutim kod ovih slučajeva metoda ocenjivanja se pokazuje preciznija. Uzimajući u obzir i sporedne kazne (oduzimanje vozačke dozvole), pravilan redosled je : F11, F12, F10, koji se poklapa sa redosledom postignutim metodom ocenjivanja.

Oba metoda pravilno uređuju pravne slučajeve, što dokazuje da se pravni slučajevi mogu uređivati fuzzy metodama. Yager-ov metod ne pravi uvek razliku između pravnih slučajeva sa približno jednakom težinom, tako grupama slučajeva pridružuje iste broježane vrednosti. Kod metoda ocenjivanja je sasvim suprotno: skoro svakom pravnom slučaju pridružuje različitu broježanu vrednost, istim presudama može se pridružiti jedan interval ocena. Metod ocenjivanja više ističe razliku između slučajeva u odnosu na Yager-ov metod.

Prikazana fuzzy metoda uređivanja koja se bazira na ocenjivanju, omogućuje uređenje takvih alternativa, gde se fuzzy kriterijumi mogu opisati ocenama, ili gde se vrednosti kriterijuma mogu smatrati ocenama. Rezultati su slični rezultatima postignutim drugim metodama uređenja.

LITERATURA

- [1] Dubois, D., Prade, H., (1980). *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*. Academic Press, New York.
- [2] Jain, R. (1997). A Procedure for Multiple-aspect Decision Making Using Fuzzy Sets. *International Journal of System Science* Vol. 8., No. 1., 1-7.
- [3] Kosko, B. (1992). *Neural Networks and Fuzzy Systems – A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [4] Maier, R. (2008). *Knowledge Management Systems, information and Communication Technologies for Knowledge Management*, Springer-Verlag, Berlin.
- [5] Philips, L. D. (2008). Just Decisions Using Multiple Criteria or: Who Gets the Porsche? An Application of Ronald R. Yager's Fuzzy-Logik Method, In: 5th International Conference on AI and Law, Maryland ACM.
- [6] Yager, R. R. (2005). Fuzzy Decision Making Including Unequal Objectives. *Fuzzy Sets and Systems* 1., pp. 87-95.
- [7] Sedlak, O., Ćirić, I., Mirkov, N. (2012). Strategijsko upravljanje podržano metodom ocenjivanja, XXXIX Simpozijum o operacionim istraživanjima, SYMOPIS 2012, Matematički fakultet Beograd, Zbornik radova SYM-OP-IS 2012, ISBN 978-86-7488-086-9, 25-28. septembar 2012, Tara, Srbija, str. 391-395.
- [8] Sedlak, O., Čileg, M., Kiš, T. (2013). Decision Support System With Mark-Giving Method, ICORES 2013 - Proceedings of the 2nd International Conference on Operations Research and Enterprise Systems, 2013. Barcelona. pp. 352-358.



KOMBINOVANO KORIŠĆENJE SISTEMSKIH METODOLOGIJA – KRITIČKI PRILAZ UPRAVLJANJU PROBLEMSKIM SITUACIJAMA

COMBINED USE OF SYSTEMS METHODOLOGIES – A CRITICAL APPROACH TO PROBLEM SITUATIONS MANAGING

DEJANA ZLATANOVIĆ

Ekonomski fakultet Univerziteta u Kragujevcu, Kragujevac, dejanaz@kg.ac.rs

Rezime: Rastuća kompleksnost i raznovrsnost upravljačkih problema u savremenim organizacijama zahteva rastuću raznovrsnost modela, metoda, metodologija. U kreativnom bavljenju složenim, izmenljivim i višeznačnim upravljačkim problemima, tj. problemskim situacijama mogu se upotrebiti različite sistemske metodologije strukturiranja problemskih situacija. Kritičkim vrednovanjem i identifikovanjem odgovarajućih snaga i slabosti različitih sistemskih metodologija, dolazi se do saznanja da bi sistemske metodologije trebalo kombinovano koristiti. Predmet istraživanja u radu je kombinovano korišćenje sistemskih metodologija kao odgovarajući kritički prilaz upravljanju problemkim situacijama u organizacijama. Zasnovano na kritičkom sistemskom mišljenju, primereno kombinovano korišćenje sistemskih metodologija omogućava kontinuirano unapređenje procesa upravljanja problemskim situacijama u organizacijama.

Ključne reči: upravljačke problemske situacije, sistemske metodologije strukturiranja problemskih situacija, kombinovano korišćenje sistemskih metodologija, kritičko sistemsko mišljenje, unapređenje procesa upravljanja problemskim situacijama

Abstract: Increasing complexity and diversity of management problems in contemporary organizations require the increasing diversity of models, methods, methodologies. In creative dealing with these complex, changeable and multidimensional management problems, i.e. problem situations, different systems methodologies for problem situations structuring could be used. By critical evaluation and identification of the strenghts and weaknesses of different systems methodologies it is found that these methodologies should be combined. Research in this paper focuses on combined use of systems methodologies as a relevant critical approach to problem situations managing in organizations. Based on critical systems thinking, appropriate combination of systems methodologies enables continual improvement of managing the problem situations in organizations.

Keywords: management problem situations, systems methodologies for problem situations structuring, combined use of systems methodologies, critical systems thinking, improvement of managing the problem situations

1. UVOD

U savremenim uslovima, kreativno bavljenje upravljačkim problemskim situacijama u organizacijama podrazumeva korišćenje različitih sistemskih metodologija upravljanja, tj. strukturiranja problemskih situacija. Kritičkim preispitivanjem teorijskih pretpostavki sistemskih metodologija, identifikovanjem njihovih snaga i slabosti, kao i istraživanjem korisnosti različitih sistemskih modela, metoda, instrumenata i tehnika u službi različitih sistemskih metodologija, dolazi se do saznanja da bi sistemske metodologije trebalo kombinovano koristiti. Naime, polazeći od tzv. *kritičke svesnosti* kao relevantnog principa, tj. obaveze kritičkog sistemskog mišljenja, može se zaključiti da svaka sistemska metodologija, bez obzira kom problemskom kontekstu da je primerena poseduje određene prednosti i nedostatke. Odnosno, bilo koja sistemska metodologija, ma koliko da je sofisticirana ili "moćna", ne može da istraži sve aspekte problema. Time se priznaje činjenica da su problemi u savremenim organizacijama toliko kompleksni da individualna primena određene metodologije ne može da pomogne u bavljenju svim njihovim aspektima. Brojna istraživanja vezana za efektivnost upotrebe sistemskih metodologija su pokazala znatno širu upotrebu kombinovanja metodologija od njihove pojedinačne upotrebe.

Predmet istraživanja u radu je kombinovano, tj. sinergijsko korišćenje različitih sistemskih metodologija kao odgovorajući kritički prilaz upravljanju problemskim situacijama, nastao kao odziv na rastuću kompleksnost i raznovrsnost upravljačkih problemskih situacija u organizacijama. Cilj u radu je pokazati mogućnosti, tj. načine na koje kombinovano korišćenje sistemskih metodologija može da pomogne menadžerima u upravljanju problemskim situacijama u organizacijama. Ključna hipoteza u radu je: Primerenim kombinovanjem sistemskih metodologija unapređuje se proces kreativnog upravljanja problemskim situacijama u organizacijama.

U radu će, pre svega, biti razmatrano kritičko sistemsko mišljenje (KSM) kao odgovarajući konceptijski okvir kombinovanja sistemskih metodologija. Zatim će biti identifikovana ključna određenja i načini kombinovane upotrebe različitih sistemskih metodologija. Konačno, biće specificirani odgovarajući dometi i ograničenja, tj. prednosti i manjkavosti sinergijske upotrebe sistemskih metodologija.

2. KRITIČKO SISTEMSKO MIŠLJENJE – KONCEPCIJSKI OKVIR KOMBINOVANJA SISTEMSKIH METODOLOGIJA

U sistemskom mišljenju izdvajaju se tri ključne paradigme: *hard* ili funkcionalistička, u kojoj dominira objektivno shvatanje sveta, *soft* ili interpretativna, koja organizacije posmatra kao entitete zasnovane na subjektivnom značenju i interpretaciji, i *kritička* ili emancipatorna, koja ističe prisilnu prirodu društvenih sistema (Mingers, 1997, 1-2). Paradigma *kritičkog sistemskog mišljenja*, primerena je određenoj klasi društvenih sistema koji su karakterisani razlikama u moći i resursima između participanata, konfliktima i kontradikcijama, odnosno primerena je prisilnim problemskim situacijama. U radu neće biti razmatrani kritički sistemski prilazi upravljanju prisilnim problemskim situacijama, poput Kritičke heuristike sistema, već je za kontekst datih razmatranja od relevantne važnosti KSM kao odgovarajući konceptijski okvir kombinovanog korišćenja sistemskih metodologija.

Svrha KSM-a je da na validan način upravlja raznolikošću sistemskih metodologija, tj. da istraži načine primerene upotrebe različitih sistemskih metodologija, metoda i modela da bi se odgovorilo na kompleksnost, izmenljivost i raznovrsnost problemskih situacija sa kojima se suočavaju menadžeri u savremenim organizacijama (Jackson, 2010, 136). Zapravo, kritičko sistemsko mišljenje predstavlja odgovarajući tok u okviru savremenog management science-a koji je zasnovan na sledećim principima, tj. obavezanostima (Jackson, 1994, 223-226; 1997, 357-360; Petrović, 2010, 74-77):

Kritička svesnost se odnosi na razumevanje snaga i slabosti i teorijskih utemeljenja različitih sistemskih metodologija, kao i istraživanje korisnosti različitih sistemskih modela, metoda, instrumenata i tehnika u službi različitih sistemskih metodologija. Identifikovanje kritičke svesnosti kao relevantnog principa kritičkog sistemskog mišljenja rezutiralo je: stalnim vrednovanjem prednosti i nedostataka svih sistemskih prilaza i saznanjem da sistemske metodologije treba kombinovano koristiti u upravljanju kompleksnim problemskim situacijama.

Kao druga relevantna obavezanost KSM-a, *društvena svesnost* podrazumeva prepoznavanje postojanja organizacionih i društvenih pritisaka kojima se u određenim okolnostima neke sistemske ideje, metodologije, metodi favorizuju u odnosu na druge za istraživanje problemskih situacija i intervenisanje u njima. Osim toga, društvena svesnost bi trebalo da omogući korisnicima sistemskih metodologija razmatranje posledica izbora i korišćenja različitih sistemskih prilaza u upravljanju problemskim situacijama.

Treća obavezanost KSM-a se tiče *ljudske emancipacije*, tj. obezbeđivanja uslova u kojima bi svi pojedinci mogli razvijati sopstvene potencijale i u kojima bi rastao kvalitet rada i života u organizacijama i društvu u kojima oni žive i rade.

Komplementarizam na nivou metodologija, tj. komplementarno ili kombinovano korišćenje različitih sistemskih metodologija, metoda, modela i tehnika rezultira iz kritičke svesnosti. Jedan od prvih iskaza metodološkog komplementarizma je Sistem sistemskih metodologija (SiSiM), kao odgovarajući okvir klasifikovanja različitih sistemskih metodologija koji daje odgovor na sledeće ključno pitanje: Koja vrsta problemske situacije može biti kreativno upravljana kojom vrstom sistemske metodologije? Zapravo, dajući odgovor na pitanje koju metodologiju treba upotrebiti kao dominantnu, a koju(e) kao metodologije podrške, SiSiM predstavlja iskaz pluralističke strategije razvoja management science-a. Osim SiSiM-a, razvijena je Sveukupna intervencija u sistemu (SIS) kao određena meta-metodologija koja nastoji da omogući primereno i usklađeno kombinovanje sistemskih metodologija koje pripadaju različitim paradigmatama.

Konačno, *komplementarizam na nivou teorije*, tj. komplementaran razvoj svih varijeteta sistemskih prilaza, je neodvojiv od komplementarizma na nivou metodologija. Naime, različiti tokovi sistemskog mišljenja izražavaju različite racionalnosti koje potiču iz različitih teorijskih pretpostavki. Ove alternativne pozicije se moraju uvažavati, a metodologije koje iz njih nastaju moraju da se razvijaju u zajedništvo. Postojanje različitih sistemskih prilaza, svaki sa različitim teorijskim pretpostavkama, se može posmatrati

kao snaga sistemskog pokreta. Ovakav argument je podržan povezivanjem različitih sistemskih prilaza sa tri fundamentalna ljudska interesa: *tehničkim*, za predviđanje i kontrolu, *praktičnim*, za širenje razumevanja između učesnika u problemskoj situaciji i *emancipatornim*, za otklanjanje ograničenja nametnutih odnosima snaga i moći.

Dakle, može se zaključiti da KSM nastoji da obezbedi primerenu i skladnu upotrebu različitih sistemskih metodologija, metoda, modela vodeći računa o njihovim snagama i slabostima, kao i preovlađujućim društvenim okolnostima, kako bi se unapredilo upravljanje kompleksnim problemskim situacijama. KSM omogućava teorijski utemeljenu kritiku različitih sistemskih prilaza, istražuje načine upravljanja prisilnim problemskim situacijama i prirodu pluralizma u upravljanju problemskim situacijama (Jackson, 2001, 238). U najširem smislu, pluralizam može biti posmatran kao respektovanje različitih percepcija i interpretacija upravljačkih problema u organizacijama, kao i primerena kombinovana upotreba različitih sistemskih metodologija, metoda, modela i tehnika u strukturiranju problemskih situacija i rešavanju problema. Za budućnost pluralizma od relevantnog značaja je odgovarajući način(i) na koji može, tj. na koji bi trebalo da se validno upravlja teorijskim pluralizmom. Shodno tome, postoje različite perspektive razvoja pluralizma (Petrović, 2012, 797-799).

3. KLJUČNA ODREĐENJA KOMBINOVANOG KORIŠĆENJA SISTEMSKIH METODOLOGIJA

U kombinovanoj upotrebi sistemskih metodologija identifikovane su sledeće logičke mogućnosti (Mingers, 1997, 7; Mingers & Broclesby, 1997, 491):

Pre svega, ako se koristi samo jedna metodologija u okviru određene intervencije u problemskoj situaciji, onda je reč o tzv. *metodološkom izolacionizmu*. Druga mogućnost je da se koriste različite metodologije koje pripadaju istoj paradigmi, ali u različitim intervencijama, što se može označiti kao *paradigmatički izolacionizam*. Zatim, mogu se kombinovati celokupne metodologije iz iste paradigme u istoj intervenciji, na primer kombinovanje Organizacione kibernetike (OK) i Sistemске dinamike (SD). Postoje i situacije u kojima se određeni delovi metodologije koriste u kombinaciji sa nekom metodologijom (na primer, kognitivne mape u okviru Metodologije soft sistema - MSS-a), ali i kombinovanje delova nekoliko različitih metodologija (na primer, kognitivne mape sa izvornim definicijama i konceptualnim modelima kao odgovarajućim instrumentima MSS-a).

Situacija je znatno kompleksnija kada je reč o kombinovanju metodologija iz različitih paradigmi, gde takođe postoje brojne mogućnosti: Pre svega, korišćenje sistemskih metodologija u okviru SiSiM-a, što podrazumeva upotrebu jedne kao dominantne, a druge kao metodologije podrške, ili u okviru SIS-a u kome različite metodologije mogu biti korišćene u istoj intervenciji kako bi rasvetlile različite aspekte razmatrane problemske situacije. Zatim, mogu se kombinovati određene metodologije sa delovima neke druge metodologije koja ne pripada istoj paradigmi (na primer, korišćenje Modela sistema sposobnog da opstane - SSO modela ili dijagrama sa uzročnim petljama u okviru MSS-a). Konačno, najkompleksnija situacija je kada se delovi različitih metodologija iz različitih paradigmi koriste kombinovano u okviru određene problemske situacije (na primer, kognitivne mape sa modelom SD).

Kombinovanje metodologija se može sprovoditi na različite načine (Mingers, 2001, 252): sekvencijalno – metodologije se primenjuju određenim redosledom, pri čemu rezultati jedne metodologije utiču na drugu metodologiju; paralelno, gde metodologije međusobno utiču jedna na drugu; imperijalistički – jedna metodologija se koristi kao dominantna sa određenim doprinosima druge; korišćenje metodologija koje pripadaju različitim paradigmatama za određeni zadatak; kombinovano korišćenje različitih metodologija u istraživanju koje se simultano sprovodi na različitim nivoima organizacije.

U procesu sinergijske upotrebe sistemskih metodologija postoje brojna pitanja koja treba razmotriti, a koja se mogu grupisati u tri relevantna sistema (Mingers, 2000, 680): *sistem problema*, odnosno realna problemska situacija koja je predmet razmatranja; *sistem intervencije*, odnosno ljudi i resursi koji se suočavaju sa situacijom i sprovode intervenciju, kao i *sistem intelektualnih resursa* koji sadrži teorije, metode, tehnike, metodologije koje se mogu upotrebiti.

Jedno od ključnih pitanja u kombinovanju sistemskih metodologija je na koji način izabrati odgovarajuću kombinaciju metodologija u kontekstu određene intervencije. Ovo pitanje može biti razmotreno na dva nivoa (Bennet et al., 1997, 85): Pre svega, koji portfolio metodologija uzeti u razmatranje, a zatim i kako izabrati metodologije iz tog portfolia?

Što se prvog pitanja tiče, od odgovarajuće važnosti su kompetencije tima i/ili pojedinačnog konsultanta koji je angažovan od strane klijenata za određenu intervenciju, kao i kontinuirano prosuđivanje i preispitivanje metodologija koje mogu biti upotrebljene u određenoj situaciji. Time se potvrđuje verovanje u virtouzni i adaptivni prilaz, pre nego u meta-metodologiju kojom se propisuje tačna kombinacija metodologija. Da bi se problemska situacija sagledala iz različitih perspektiva i da bi se identifikovale

metodologije koje se mogu upotrebiti za intervenisanje u određenoj situaciji razvijen je odgovarajući okvir prikazan sledećom tabelom (Mingers, 2000, 684):

Tabela 1: Okvir za planiranje upotrebe metodologija

	Procena	Analiza	Vrednovanje	Sprovođenje aktivnosti za
Društveni aspekti	društvene prakse, odnosa moći	nepravilnosti, konflikata, interesa	načina promene postojećih struktura	generisanje poboljšanja i prosvetavanja
Personalni aspekti	individualnih verovanja, značenja, osećanja	različitih percepcija i ličnih racionalnosti	alternativnih konceptualizacija i konstrukcija	generisanje prilagođavanja i konsenzusa
Materijalni aspekti	fizičkih uslova	uzročnih struktura	alternativnih fizičkih i strukturalnih aranžmana	selekciju i sprovođenje najboljih alternativa

Predstavljeni okvir karakterišu sledeća ključna određenja: višedimenzionalnost problemske situacije iskazana kroz tri različita aspekta, tj. sveta – *materijalni*, *personalni* i *društveni* i različite aktivnosti koje treba preduzeti u problemskoj situaciji iskazane kroz različite faze – *procena*, *analiza*, *vrednovanje* i *delovanje*, tj. sprovođenje aktivnosti. Samim tim, svaki kvadrant generiše pitanja o određenim aspektima situacije/intervencije koja se moraju razmotriti. Kada se odrede pitanja kojima se treba baviti, okvir može da pomogne da se identifikuju snage određenih metodologija. Korišćenje ovakvog okvira pomaže da kombinovano korišćenje metodologija bude skladan i sinergijski proces, a ne ad hoc aktivnost. Takođe, nije neophodno koristiti celokupnu metodologiju, već je moguće dekomponovati je na različite instrumente i tehnike i koristiti ih van metodologije.

Konačno, kombinovanje metodologija nije, niti bi trebalo da bude egzaktno. Iako neka pravila o tome mogu da se uoče, izbor metodologija će zavisiti od kombinacije faktora poput: preferencija analitičara i klijenata, raspoloživog vremena, karakteristika učenog problema, prošlog iskustva participanata, organizacione kulture, finansijskih i akademskih pritisaka koji usporavaju ili ohrabruju kombinovanu upotrebu različitih metodologija itd. (Bennett et al., 1997, 86).

4. DOMETI I OGRANIČENJA SINERGIJSKE UPOTREBE SISTEMSKIH METODOLOGIJA

Sinergijska upotreba sistemskih metodologija je podržana sa dva ključna argumenta: (Mingers, 2000, 679; 2001, 243): Pre svega, svi problemi realnog sveta, tj. problemske situacije se mogu istraživati sa različitih aspekata – materijalni, personalni i društveni aspekti. Prihvatanjem jedne metodologije dobija se samo ograničeno viđenje određene problemske situacije koja je predmet razmatranja. Drugi argument se odnosi na činjenicu da sam proces intervencije nije diskretan događaj, već proces koji prolazi kroz nekoliko faza, od inicijalnog istraživanja i procene situacije, kroz analizu i vrednovanje, do implementacije i delovanja. Pojedinačne metodologije poseduju određene snage i slabosti u odnosu na različite faze.

U prilog kombinovanju metodologija se može navesti i sledeće (Mingers, 2001, 244): nastojanje da se proceni validnost podataka i rezultata kombinovanjem različitih izvora podataka, metodologija ili istraživača; kreativnost – otkrivanje novih faktora koji stimulišu buduća istraživanja; ekspanzija – proširivanje opsega istraživanja kako bi se razmotrili širi aspekti istraživane situacije.

Kada je reč o kombinovanju metodologija koje pripadaju različitim paradigmatama postoje određena filozofska, kulturalna, kognitivna i praktična ograničenja (Mingers & Broclesby, 1997, Mingers, 2001; Kotiadis & Mingers, 2006).

Među filozofskim ograničenjima se može izdvojiti problem *paradigmatske nesamerljivosti*. Ovaj problem je posebno izražen kod kombinovanja metodologija iz *hard* i *soft* paradigme između kojih postoji jako izražena objektivističko/subjektivistička ontološka i epistemološka dihotomija. Zato je za nesamerljivost paradigmi od ključne važnosti da grupa naučnika, oslonjena na različite paradigme, kada gledaju iz iste tačke i u istom smeru, vide različite stvari (Petrović, 2010, 587).

Dakle, smatra se da su paradigme samo-dovoljne, interno referentne i međusobno isključive. Odnosno, navedena ograničenja se mogu interpretirati na sledeći način (Bowers, 2011, 539):

- bazne konstrukcije i interni koncepti paradigmi su toliko različiti da ne mogu biti direktno kombinovani, a da se ne izmene paradigme koje se kombinuju,
- ne postoji zajednička osnova za razumevanje, poređenje ili komplementarnost različitih paradigmi, tako da ne postoji validan način njihovog povezivanja, tj. kombinovanja,
- ne postoji neutralna ili ekstra-paradigmatska osnova na kojoj se može zasnivati bilo koje validno poređenje, promena ili prosuđivanje između njih – svako takvo stanovište bi neophodno samo po sebi bilo paradigmatško, i

- bilo koji meta-teorijski prilaz koji podrazumeva kombinovanje metodologija neophodno menja dotadašnje shvatanje paradigmi.

Nasuprot navedenom, postoje određeni argumenti kojima se pokušava da ospori problem nesamerljivosti paradigmi (Mingers, 2001, 247-248):

Pre svega, viđenje paradigmi kao odvojenih i međusobno isključivih područja je pre naglašeno. Iako su neka ključna svojstva paradigmi nesamerljiva, postoje tzv. tranzicione zone u kojima je moguće povezati različite paradigme.

Zatim, nije neophodno prihvatiti da neka metodologija u potpunosti pripada jednoj paradigmi, već je sasvim moguće odvojiti određenu metodologiju iz neke paradigme i koristiti je svesno i kritički u okviru druge paradigme. Osim toga, nije moguće u potpunosti odvojiti objektivističke od subjektivističkih dimenzija.

Konačno, može se zaključiti da različite paradigme obezbeđuju različite perspektive ili uvide o realnosti koja je uvek mnogo kompleksnija nego što različiti teorijsko-metodološki prilazi mogu da je obuhvate. Samim tim, pogrešno je prihvatiti u potpunosti postulate samo jedne paradigme. Odnosno, korišćenje metodologija iz različitih paradigmi doprinosi sveobuhvatnijem razumevanju problemske situacije koja je predmet razmatranja. Takođe, postoje i pragmatični razlozi koji se odnose na to da treba sprovoditi ono što funkcioniše u praksi, bez razmatranja teorijskih utemeljenja. Međutim, systemske intervencije bez razmatranja teorije nisu prikladne za kompleksne problemske situacije gde su rizici i troškovi veoma visoki (Bowers, 2011, 540).

Kulturalna ograničenja se tiču stepena u kom organizaciona i akademska kultura predstavljaju barijeru kombinovanju metodologija. Naime, smatra se da nisu svi podjednako kompetentni u korišćenju različitih systemskih metodologija (Kotiadis & Mingers, 2006, 859).

Kognitivna ograničenja se mogu podeliti na: teškoće koje pojedinci imaju kada se kreću od jedne paradigme ka drugoj i na karakteristike ličnosti koja koristi određenu metodologiju. Zapravo, prihvatanje nove paradigme zahteva mnogo više od usvajanja novih znanja, tj. zahteva aktivno učešće, iskustvo i praksu. Osim toga, u zavisnosti od tipa ličnosti, postojaće različite sklonosti za korišćenje systemskih metodologija. Na primer, oni koji vrednuju preciznost, tačnost i pouzdanost, pokazivaće veće sklonosti ka korišćenju kvantitativnih prilaza (Mingers & Broclesby, 1997, 500).

Osim filozofskih, kulturalnih i kognitivnih, postoje i sledeća praktična ograničenja: kombinovanje metodologija zahteva više vremena, nedostatak iskustva sa određenim metodologijama, sklonost ka konzervativizmu, pritisci od strane klijenata da se ne sprovodi ništa što je rizično i slično.

Uprkos ograničenjima postoje brojni primeri, tj. studije slučajeva koji potvrđuju uspešnost kombinovanog korišćenja systemskih metodologija. Neke od kombinacija koje su se u praksi pokazale kao uspešne su, na primer: kombinovanje Kognitivnog mapiranja i SD; kombinovanje MSS-a i SSO modela ili modela SD; kombinovanje Interaktivnog planiranja, MSS-a, SSO modela i Strategijskog izbora itd. (Mingers, 2000, 677-678).

Iz određenih empirijskih istraživanja (Mingers & Munro 2002; Mingers & Rosenhead, 2004) mogu se izvesti neki generalni zaključci o efektivnosti kombinovanja systemskih metodologija:

- kombinovanje različitih metodologija u jednoj intervenciji se sve češće sprovodi što potvrđuje podatak da postoji 167 različitih intervencija u kojima su kombinovano korišćene metodologije,
- ocena onih koji su kombinovano koristili systemske metodologije je da je kombinovanje metodologija veoma uspešno,
- većina kombinacija je kombinovanje metodologija iz iste paradigme: relativno mali broj je kombinovanje *hard* i *soft* metodologija, i
- izbori metodologija su pod uticajem znanja, iskustva i veština onog ko sprovodi intervenciju i same prirode problema, a u određenoj meri i pod uticajem akademskog ili organizacionog konteksta.

5. ZAKLJUČAK

Sve izraženija kompleksnost i heterogenost upravljačkih problemskih situacija u savremenim organizacijama nameće potrebu korišćenja različitih metodologija, metoda, modela i tehnika. Različite systemske metodologije strukturiranja problemskih situacija rasvetljavaju različite aspekte problemskih situacija. Kritička svesnost kao bazni princip, tj. obavezanost kritičkog systemskog mišljenja implicira identifikovanje određenih snaga i slabosti systemskih metodologija i njihovo kombinovano korišćenje.

Iz višedimenzionalnosti problemskih situacija i različitih faza intervencije proizilaze dva ključna argumenta koja podržavaju kombinovanje systemskih metodologija. Naime, svaka metodologija je uspešna u istraživanju određene dimenzije problemskih situacija i u određenim fazama intervencije, a manje uspešna u

drugim. Uprkos brojnim filozofskim, kulturalnim, kognitivnim i praktičnim ograničenjima, kombinovanje sistemskih metodologija se sve češće sprovodi, što potvrđuju brojne studije slučajeva.

Sveukupna razmatranja u radu pokazuju da primereno kombinovano, tj. sinergijsko korišćenje sistemskih metodologija doprinosi sveobuhvatnijem razumevanju i unapređenju procesa kreativnog upravljanja problemским situacijama. Shodno tome, može se zaključiti da je potvrđena ključna hipoteza u radu. Doprinos rada se ogleda u istraživanju važnih pitanja u savremenom *systems science*-u koja se odnose na identifikovanje relevantnih određenja, načina, dometa i ograničenja kombinovane upotrebe sistemskih metodologija. Reč je o odgovarajućem pregledu saznanja iz date oblasti istraživanja i zaključaka dobijenih iz empirijskih istraživanja sprovedenih u razvijenim ekonomijama. Ključna ograničenja tih istraživanja se tiču ad hoc prirode uzorka, uključivanja različitih tipova ispitanika i subjektivnosti odgovora (posebno kod ocene uspešnosti kombinovanja metodologija). U radu nisu istražene mogućnosti kombinovanja određenih sistemskih metodologija, poput Metodologije *soft* sistema i Sistemske dinamike, ili Identifikovanja i testiranja strategijskih pretpostavki i Organizacione kibernetike. Samim tim, istraživanje kombinovane upotrebe dotičnih metodologija, kao i njihova moguća kombinovana upotreba u unapređenju efektivnosti i efikasnosti upravljanja u preduzećima u Srbiji, predstavljaju područja relevantna za buduća istraživanja.

LITERATURA

- [1] Bennett, P., Ackermann, F., Eden, C. & Williams, T. (1997). Analysing Litigation and Negotiation: Using a Combined Methodology. In J. Mingers, & A. Gill (Eds.), *Multimethodology – The Theory and Practice of Combining Management Systems Methodologies* (59-87). Chichester: Wiley
- [2] Bowers, D. T. (2011). Towards a Framework for Multiparadigm Multimethodologies. *Systems Research and Behavioral Science*, 28, 537-552.
- [3] Kotiadis, K. & Mingers, J. (2006). Combining PSMs with Hard OR Methods: The Philosophical and Practical Challenges. *The Journal of the Operational Research Society*, 57, 856-867.
- [4] Jackson, M. (1994). Critical Systems Thinking: Beyond the Fragments. *System Dynamics Review*, 10, 213-229.
- [5] Jackson, M. (1997). Pluralism in Systems Thinking and Practice. In J. Mingers, & A. Gill (Eds.), *Multimethodology – The Theory and Practice of Combining Management Systems Methodologies* (347-378). Chichester: Wiley
- [6] Jackson, M. (2001). Critical Systems Thinking and Practice. *European Journal of Operational Research*, 128, 233-244.
- [7] Jackson, M. (2010). Reflections on the Development and Contribution of Critical Systems Thinking and Practice. *Systems Research and Behavioral Science*, 27, 133-139.
- [8] Mingers, J. (1997). Multiparadigm Multimethodology. In J. Mingers, & A. Gill (Eds.), *Multimethodology – The Theory and Practice of Combining Management Systems Methodologies* (1-20). Chichester: Wiley
- [9] Mingers, J. & Broclesby, J. (1997). Multimethodology: Towards a Framework for Mixing Methodologies, *Omega – International Journal for Management Science*, 25, 489-509.
- [10] Mingers, J. (2000). Variety Is the Spice of Life: Combining Soft and Hard OR/MS Methods. *International Transactions in Operational Research*, 7, 673-691.
- [11] Mingers, J. (2001). Combining IS Research Methods: Towards a Pluralist Methodology, *Information Systems Research*, 12, 240-259.
- [12] Munro, I. & Mingers, J. (2002). The use of Multimethodology in Practice - Results of a Survey of Practitioners, *The Journal of the Operational Research Society*, 53, 369-378.
- [13] Mingers, J. and Rosenhead, J. (2004). Problem Structuring Methods in Action, *European Journal of Operational Research*, 152, 530-554.
- [14] Petrović, S. P. (2010). *Sistemska mišljenje, Sistemske metodologije*. Kragujevac: Ekonomski fakultet Univerziteta u Kragujevcu
- [15] Petrović, S. P. (2012). Pluralism in Structuring the Management Problem Situations. *Teme*, 36, 797-814.



EMOCIONALNO INTELIGENTNI LIDERI

EMOTIONALLY INTELLIGENT LEADERS

RANKO LOJIĆ, VLADIMIR RISTIĆ, DEJAN INĐIĆ

Vojna akademija, Univerzitet odbrane u Beogradu, ranko.lojic@mod.gov.rs, vladimir.ristic@mod.gov.rs, vladaindjic@open.telekom.rs

Rezime: Brojna istraživanja potvrdila su da je efikasno liderstvo ključni faktor organizacionog uspeha. Suština liderstva je da se pridobiju ljudi, da se okupe oko jedne ideje, da usmere kreativnu energiju, znanje i sposobnost u pravcu realizacije ciljeva organizacije. Poslednjih godina u teoriji i praksi sve više se insistira na emotivnoj inteligenciji kod lidera, koja se definiše kao sposobnost da se razume i upravlja svojim, ali i tuđim emocijama i osećanjima. Emocionalno inteligentni lideri su rezonantni lideri i biće sve značajniji u budućnosti, jer stavljaju naglasak na emocionalni, ljudski aspekt, umesto isključivo na uspeh. U radu je ukazano na značaj emocionalne inteligencije u liderstvu, istaknuta njena struktura i prikazan jedan pristup izgradnje emocionalno inteligentnih lidera.

Ključne reči: liderstvo, emocionalna inteligencija, struktura, rezonanca, samousmereno učenje.

Abstract: Numerous studies have confirmed that effective leadership is a key factor for organizational success. The essence of leadership is to gain over people, to gather them around a single idea, to direct creative energy, knowledge and ability in the direction of realization of the goals of the organization. In recent years, both in theory and practice more is insisted on the emotional intelligence of leaders, which is defined as the ability to understand and manage its own, but other people's emotions and feeling, also. Emotionally intelligent leaders are resonant leaders and they will be increasingly important in the future, because they put the emphasis on the emotional, human aspects, rather than solely on the success. The paper stresses the importance of emotional intelligence in leadership, points out its structure and shows one possible approach how to build emotionally intelligent leaders.

Keywords: leadership, emotional intelligence, structure, resonance, self-directed learning.

1. UVOD

Promene su doprinele da se sistem rukovođenja unapredi u sistem liderstva, odnosno vođstva, kao fleksibilniji, savremeniji i racionalniji model menadžmenta. Uloga lidera (vođe) je drugačija od uloge koju je imao klasičan rukovodilac koji se nije mnogo razlikovao od birokrate. Vođenje se vezuje za ponašanje, odnosno za akciju, a ne za funkciju. Organizacije koje nemaju efektivno liderstvo imaju veoma ograničene šanse za uspeh i za rešavanje zahteva i problema koje sobom donosi globalizacija svetske privrede u trećem milenijumu.

Posao lidera je pun izazova, konfliktnih situacija, razočaranja, i uzbuđenja, i u tim nepredvidivim situacijama potrebno je donositi i sprovoditi odluke koje su veoma bitne za realizaciju ciljeva organizacije. Kompliksnost poslova i zadataka je veliki izazov i lider koji nije spreman na velike izazove ne može uspešno da rukovodi. Veliki lideri su oni koji su u stanju da ljude opčine svojim idejama i vizijom, da probude strast, emocije, optimizam i nadu i da usmere celokupnu energiju grupe ka zajedničkom cilju. Ako se emocije ljudi podstaknu tako da prerastu u entuzijazam, učinak može izuzetno da se poveća i obrnuto. Jedan od razloga zašto emocionalno inteligentni lideri privlače kvalitetne saradnike jeste to što rad u njihovom prisustvu predstavlja zadovoljstvo. Optimističko raspoloženje povećava kreativnost, unapređuje veštinu odlučivanja i omogućava postizanje boljih rezultata u radu. Zato je njima neophodna strast i veština emocionalnog uticaja na ljude i njihovu delatnost.

Cilj ovog rada jeste da detaljnije predstavi koncept emocionalnog liderstva, približi strukturu emocionalne inteligencije i ukaže na značaj i ulogu emocionalnih lidera u savremenim organizacijama. Budući da će se ispostaviti da konkurentnost organizacije, u značajnoj meri, zavisi od emocionalno inteligentnih lidera, koji se razvijaju, a ne rađaju kao takvi, biće potrebno te tvrdnje potkrepiti određenim istraživanjima. Rezultat ovog

rada treba da bude razumevanje emocionalnog liderstva ali i prikaz jednog pristupa na koji način se može postati emocionalno inteligentan lider.

2. EMOCIONALNA INTELIGENCIJA U LIDERSTVU

Emocije (bes, strah, ljubav, stid, tuga itd) su od vitalnog značaja za opstanak, one podstiču i usmeravaju našu energiju i daju smisao našem životu. Za čovekov uspeh u životu, školi, na poslu, u porodici, braku, u odnosu sa prijateljima, inteligencija nije dovoljna, već je važna, često i presudna emocionalna inteligencija (Goleman, 1997). Razvoj emocionalne inteligencije se ne završava u detinjstvu, već se razvija i jača kroz ceo život. Emocionalna inteligencija obuhvata više specifičnih sposobnosti kao što su (Goleman, Bojancis i Maki, 2006):

- sposobnost razumevanja samog sebe (samoposmatranje i uvid u svoje potrebe, afekte, konflikte);
- sposobnost emocionalne samokontrole (obuzdavanje afekata, sposobnost kočenja i preoblikovanja vlastitih emocija u skladu sa zahtevima realnosti i društvenim normama);
- osetljivost za probleme i potrebe drugih (predusretljivost);
- samouverenost (samopouzdanje, optimizam);
- sposobnost razumevanja osećanja drugih ljudi (empatija);
- veština rešavanja međuličnih sukoba;
- sposobnost uspostavljanja skladnih prijateljskih odnosa;
- sposobnost rukovođenja.

Poređenje između ljudi na visokim liderskim položajima koji su izuzetno uspešni i onih na niskim položajima čiji su rezultati bili prosečni, pokazalo je da se oko 85% razlika između ove dve grupe može pripisati faktorima emocionalne inteligencije, a samo 15% čisto kognitivnim sposobnostima i stručnom znanju (Goleman, 1998).

Svim liderima je potrebna odgovarajuća inteligencija analitičkog i konceptualnog razmišljanja, ali sam intelekt ne čini lidera. Oni moraju da motivišu, usmeravaju, podstiču, slušaju i ubeđuju. Ako lider svojom vizijom uspe da na članove grupe prenese optimizam i oduševljenje, ako u njima probudi najbolje sposobnosti i podstakne pozitivne emocije to znači da je reč o *rezonantnom lideru*. Reč rezonanca potiče od reči *resonare* što na latinskom znači odzvanjati. Prema rečniku engleskog jezika, reč rezonanca odnosi se na pojačanje ili produženje zvuka usled “odbijanja”, ili preciznije, “sinhronizovano vibriranje”. Analogno tome, do sinhronizovanih vibracija među ljudima dolazi kada se dve osobe emocionalno nađu na istoj talasnoj dužini, odnosno kada osećaju da su “usaglašene”. Govoreći iskreno, u skladu s vlastitim vrednostima lider uspostavlja rezonancu s emocijama prisutnih. Njihova strast, entuzijazam i energija odzvanjaju kroz čitavu grupu. Članovi grupe osećaju sigurnost, razumevanje, podršku i međusobno su čvrsto emotivno povezani.

Disonantni lider u grupi pobuđuje samo destruktivne, toksične emocije, kao što su strah, briga, apatija, mržnja i ta grupa deluje neusklađeno i neefikasno. Reč disonanca u muzičkom i u ljudskom smislu odnosi se na neprijatan zvuk koji para uši, odnosno odsustvo harmonije. Netaktilna kritika od strane pretpostavljenog izaziva emocionalne lomove koje se s posla prenose i na porodicu, a hormoni stresa kasnije još satima cirkulišu kroz organizam (Gottmann, 1993). Oni izazivaju očaj u radnom okruženju, mada ne shvataju koliko su destruktivni ili ih se to jednostavno ne tiče.

Strukturu emocionalne inteligencije sačinjavaju četiri domena (oblasti), a to su: 1) samosvest, 2) društvena svest, 3) upravljanje sobom, 4) upravljanje drugima. Navedeni domeni nisu urođeni talenti, već veštine koje se uče i od kojih svaka ponaosob doprinosi da lider bude rezonantniji, a time i efikasniji.

1) *Samosvest* predstavlja temelj celokupne emocionalne inteligencije i obuhvata tri karakteristike: emocionalna samosvest, tačno procenjivanje samog sebe i samopouzdanje. Za uspešno liderstvo neophodno je razumevati sopstvena osećanja, potrebe, mogućnosti, ograničenja, vrednosti i slabosti. Samosvesni lideri su pošteni prema sebi, prema drugima, razumeju svoje ciljeve i snove i sposobni su da se nasmeju vlastitim manama. Oni imaju izražen osećaj za prioritete i intuitivno odlučivanje kada je potrebno brzo doneti odluku na bazi nedovoljno korisnih podataka.

2) *Upravljanje samim sobom* ne dozvoljava liderima da ih štetne i uznemirujuće emocije izbace iz koloseka i onemogućuje jasno razmišljanje i pravilno odlučivanje. Ukoliko nije sposoban da upravlja vlastitim emocijama, on nije u stanju ni da upravlja emocijama članova svoje grupe. Lideri koji na neki način dozvoljavaju da njihove uznemirujuće emocije izazivaju kaos, ne mogu istovremeno oko sebe da stvaraju pozitivnu atmosferu u kojoj se najbolje radi. Oni koji kontrolišu svoja osećanja i impulse, stvaraju ambijent ispunjen poverenjem, prijatnošću i vedrinom. Osnovne karakteristike upravljanja samim sobom su: transparentnost, emocionalna samokontrola i prilagodljivost.

3) *Društvena svest* obuhvata empatiju, koja predstavlja sposobnost lidera da se saoseća s drugim čovekom, i pokretanje drugih na akciju, odnosno sposobnost da motiviše druge ljude čak i za napornu

delatnost. Empatija liderima ne nameće potrebu da usvajaju emocije drugih ljudi, niti da se udovolji svakome, već obraćanje pažnje na osećanje zaposlenih, a zatim donošenje pametnih odluka uz vođenje računa o tim osećanjima. Lider svojim autentičnim osećanjima postiže sklad sa osećanjima članova grupe i na taj način smanjuje napetost, anksioznost i motiviše članove grupe na konstruktivnu akciju. Osnovne karakteristike društvene svesti su: empatija, svest o organizaciji i predusretljivost.

4) *Upravljanje odnosima* je pozitivno usmeravanje ljudi, bez obzira na to da li je u pitanju usaglašavanje markentiške strategije, ili oduševljenje nekim novim projektom. Inspirativni lideri svojom vizijom podstiču članove grupe na zajedničku misiju i veća zalaganja u radu. Oni uspostavljaju rezonancu sa širokim krugom ljudi koju aktiviraju kada akcija postane neophodna.

3. RAZVOJ EMOCIONALNO INTELIGENTNIH LIDERA

Podređeni često lideru uskraćuju tačne informacije o stvarima od vitalnog značaja. Najčešće zadržavaju neprijatne informacije strahujući od njegove ljutnje, posebno ako je liderov osnovni stil rukovođenja zasnovan na zapovedanju i nametanju tempa. Bez obzira na motive, lider ostaje uskraćen za deo informacija šta se oko njega dešava. Najviši rukovodioci obično doobijaju najmanje pouzdane informacije o onome što sâmi rade. Analizom 177 posebnih istraživanja koja su obuhvatila preko 28.000 rukovodilaca, utvrđeno je da povratne informacije o rezultatima postaju sve manje dosledne što je viši položaj rukovodioca, ili što je njegova uloga kompleksnija (Goleman, 1997). Liderska samosvest i sposobnost da tačno shvati svoje sposobnosti, važne su isto kao i povratne informacije koje dobija od drugih. Obavljeno je jedno istraživanje na uzorku 787 osoba koje su u različitim organizacijama zauzimale položaje u rasponu od niskog do visokog nivoa (Burckle, 2001). Rezultati su pokazali da su rukovodioci visokog ranga, u poređenjima s onima na nižim položajima, bili skloniji da sebe velikodušnije ocenjuju u vezi s dvadeset kompetencija emocionalne inteligencije, nego što su ih u vezi s njima drugi ocenjivali. Što su bili na višem položaju, više su i preterivali nego što je to njihova okolina mislila. Razlika između toga kako rukovodioci vide sebe i kako ih vide drugi, bila je najveća kod onih na najvišim položajima. Tačne informacije u vezi s liderovim sposobnostima mogu da budu od velikog značaja za njegovu svest o samom sebi, a time i za njegov razvoj i efikasnost.

Emocionalna inteligencija poseduje izvesnu genetsku komponentu, ali i vaspitanje igra važnu ulogu. Ljudi mogu da se razlikuju po početnom stepenu svojih sposobnosti, ali te sposobnosti svako može da unapredi. Novija istraživanja pokazuju da je ovladavanje veštinom rukovođenja isto kao i ovladavanjem nekim drugim veštinama, kao na primer igranje košarke, učenje sviranja na violini i td. Rezultati istraživanja Evropskog instituta za edukaciju (ECI) pokazuju da ljudi tokom radnog veka prirodno teže da razviju svoje kompetencije emocionalne inteligencije. Što su stariji postaju bolji i bolje ih ocenjuju drugi. Za razvoj rezonantnih lidera veoma je važno da se tačno utvrde određene prednosti i nedostaci za tu ličnost. Poznato je da se svaki proces učenja odvija u mozgu koji je do kraja života sposoban da stvara nova nervna tkiva i nove neurološke veze i puteve. Jedino je odraslom čoveku potrebno više truda i energije da usvoji nova znanja koja bi u mlađim godinama lakše i brže usvojio. Potrebno je odstraniti štetne i usvojiti nove navike. U svim periodima života, neurološke veze koje se stalno koriste jačaju, dok one koje se ne koriste slabe (Edelman, 1987).

4. SAMOUSMERENO UČENJE

Emocionalno inteligentan lider postaje se samousmerenim učenjem. Samousmereno učenje podrazumeva sistematsko i plansko razvijanje određenih sposobnosti ili veština s ciljem da postanemo onakva ličnost kakvu želimo. Model samousmerenog učenja uključuje pet otkrića (Cherniss & Adler, 2000).

1) Otkriće sopstvenog idealnog ja (ko želim da budem?). Vizija idealne slike o sebi, kadra je da probudi konstruktivnu energiju, smelost, nadu i strast za promenom, koja nije ni laka ni izvesna. Najvažnije je otkriti svoje idealno ja – kakva osoba želite da postanete, uključujući i to šta želite u životu i radu. Kada otkrijete idealnu sliku sopstvene ličnosti motivisani ste da razvijete i svoje liderske sposobnosti.

2) Otkriće sopstvenog nenašminkanog, stvarnog ja (ko sam ja i šta su moje jake i slabe strane?). Budući da rutina izaziva postepene promene koje vremenom preovladavaju, realnost sopstvenog života često se veoma teško shvata, a kada se razotkrije, istina može da bude bolna. Shvatimo da smo postali baš ono što nikada nismo želeli da postanemo.

Emocionalno najinteligentniji lideri probijaju se kroz komunikacioni karantin koji ih okružuje i direktno traže i negativne i pozitivne povratne informacije. Slika o stvarnoj ličnosti i kompetencijama lidera nudi metod "360 stepeni". Korišćenjem ovog metoda u oceni lidera učestvuju različiti ljudi – pretpostavljeni, kolege i podređeni. Mnoštvo različitih mišljenja, za različite situacije od različitih ljudi, daje kompletniju sliku. Svaka grupa pojedinačno (pretpostavljeni, podređeni, kolege) daje različita mišljenja liderskih

spособnosti. Jedno istraživanje pokazalo je da su mišljenja podređenih najindikativnija u pogledu stvarne liderove efikasnosti (McEvory & Beaty, 1989). Tokom dugoročnog istraživanja u jednoj organizaciji, pokazalo se da je ocena podređenih bila najbliža onome što su lideri uspjeli da postignu dve, odnosno četiri godine kasnije. Čak i posle sedam godina, ocene podređenih poklapale su se s onim što je lider ostvario – mnogo tačnije od ocena pretpostavljenih.

Dobijanjem povratnih informacija lideri treba da razmotre svoje prednosti i svoje nedostatke, uvažavajući jednako i jedne i druge. Obično se prednosti zanemaruju a nedostaci preuveličavaju. Usredsređivanje isključivo samo na nedostatke izaziva depresiju i demotiviše.

3) Izrada vlastitog plana učenja (kako mogu da razvijem svoje prednosti i istovremeno da umanjim nedostatke?). Za promenu u ličnosti i načinu rukovođenja potreban je razrađen, detaljan i izvodljiv praktičan plan, za sticanje novih neophodnih leaderskih veština, jačanje svojih dobrih osobina i oslobađanje od destruktivnih i štetnih navika. Planovi moraju da budu fleksibilni i izvodljivi. Za uspešnost plana potrebno je da “iznutra” osetite da vas on zadovoljava, da se uklapa u vaš svakodnevni život i rad i u ono što želite da naučite. Najbolji rezultati postižu se, kada se, ciljevi učenja povežu s onim što čoveka motiviše i u njemu podstiče njegove sposobnosti. Nametnuti ciljevi smanjuju motivaciju zato što izazivaju nervozu i sumnju u vezi s tim da li možete da se popravite, te stoga ne moraju obavezno da povećaju kvalitet rada (Locke & Latham, 1998). Za odbacivanje stečenih navika i usvajanje novih znanja potrebna je čvrsta odluka i stalno podsećanje.

4) Četvrto otkriće je eksperimentisanje i praktikovanje novih načina ponašanja, razmišljanja i osećanja do savršenstva. Do radikalnih promene u stilu liderstva i načinu života stiže se upornim i dugotrajnim upražnjavanjem novih obrazaca ponašanja, razmišljanja i osećanja. Stare, štetne navike menjaju se veoma sporo i za to je potrebno uporno vežbanje novih. Veliki spostisti provode mnogo vremena trenirajući, a malo takmičeći se, za razliku od rukovodilaca koji treningu uopšte ne posvećuju vreme. Profesionalni muzičari vežbaju sve dok ne postanu sposobni da sviraju ne razmišljajući, već samo osećajući. Za edukaciju lidera nisu dovoljni samo seminari ili kursevi da bi se pokrenuo proces promena. Za pokretanje promena potrebno je učiti radeći druge stvari, odnosno primenjujući strategiju “neprimetnog učenja”. Sticanje bitnih leaderskih veština zahteva koreniti preobražaj ličnosti, ne samo intelektualne već i dubinske emocionalne sfere. Leaderske veštine mogu se značajno usavršiti korišćenjem mentalnih vežbi. Istraživanja su pokazala da pomoću mentalnih vežbi može da se poveća temperatura u nekom delu tela, kao i da se uspori disanje i rad srca. Putem mentalne vežbe lideri vizuelizuju svoj uspeh zamišljajući ostvarivanje idealnog stanja i stalno se usredsređuju na tu sliku. Na taj način mozak nas motiviše slikom onoga čemu težimo.

5) Razvijanje socijalno-emocionalnih odnosa koji će pružati podršku i poverenje i koji će omogućiti promenu je peto otkriće. Za sticanje novih emocionalnih veština i novih mentalnih navika potrebni su drugi, odnosno, potrebna je pozitivna i sigurna društvena sredina. Razvoj leaderskih sposobnosti može da se ostvari samo u okviru odnosa s drugim ljudima, koji potvrđuju ili opovrgavaju postignuti napredak i bez kojih ne može doći do trajnih promena. Za lidere, od presudne važnosti, može da bude psihološka sigurnost za sticanje autentičnog znanja. Oni se često osećaju nesigurno jer su svesni da ih drugi kritički posmatraju. Rezultat nesigurnosti je povećanje stresa koji dodatno ometa praktikovanje novih načina ponašanja. Zbog svega ovoga pozitivne grupe u kojima su međusobni odnosi prijateljski i iskreni, omogućavaju ljudima da se pozitivno menjaju. Za razvoj leaderskih kvaliteta mogu se angažovati mentori ili treneri. Odnos između lidera i mentora (trenera) mora da bude zasnovan na iskrenosti, poverenju i podršci.

5. ZAKLJUČAK

Stari način rukovođenja težište je stavljao na funkcionalnost, a nije obraćao pažnju na ljudsku dimenziju. Najbolji lideri danas izbegavaju da rukovode samo na osnovu moći, već neguju odnose s ljudima, uspostavljaju saradnju i podstiču inovativnost. Ključ emocionalno inteligentnog liderstva je rezonanca. Najvažnije kompetencije za rezonantan način rukovođenja nudi emocionalna inteligencija. Inteligencija je u izvesnoj meri pokretač izuzetnih rezultata, kognitivne veštine (širina razmišljanja i dugoročna vizija) su značajne, ali za postizanje briljantnih rezultata višeg ranga presudnu ulogu imaju kompetencije emocionalne inteligencije. Sistematskim i planskim razvijanjem određenih sposobnosti ili veština, odnosno, samousmerenim učenjem moguće je uticati na razvoj i stvaranje emocionalno inteligentnih lidera. Emocionalno inteligentni lideri znaju da upravljaju emocijama, fleksibilni su i jasno razmišljaju i pod pritiskom. Oni su kooperativni, manje zvanični, umeju da slušaju, iskreni, otvoreni, vizionari, i vode računa o karijerama svojih saradnika.

Zaključci i rezultati koji su koji su proizašli iz istraživanja prezentiranog u ovom radu važni su kako za teoriju tako i za praksu menadžmenta. Na teorijskoj ravni, istraživanje emocionalne inteligencije u liderstvu može u značajnoj meri da doprinese razvoju kako teorije emocionalne inteligencije tako i teorija liderstva.

Na praktičnoj ravni, ovaj rad ima nekoliko važnih implikacija za menadžment preduzeća i drugih vrsta organizacija. Prvo, on naglašava važnost liderstva kao značajnog izvora konkurentske prednosti organizacije. Drugo on potvrđuje, određenim istraživanjima, značajniju uspešnost i lidera i organizacije ukoliko je kod lidera razvijenija emocionalna inteligencija. Najzad, rad pokazuje liderima da je samousmerenim učenjem moguće poboljšati određene sposobnosti ili veštine. Dakle, da bi organizacije bile uspešne i konkurentne, treba da ih predvode emocionalno inteligentni lideri. Ograničenja prezentiranih razmatranja odnose se na veoma mali broj istraživanja koja se bave ovom problematikom u Republici Srbiji. Dalja istraživanja u ovoj oblasti treba da detaljnije analiziraju sve relevantne i korisne interakcije emocionalno inteligentnih lidera i uspešnosti organizacija. Otvorena pitanja za buduća istraživanja mogu se odnositi na uticaj genetske komponente i vaspitanja na razvoj emocionalno inteligentnih lidera.

LITERATURA

- [1] Burckle, M. (2001). ECI Technical Manual, Fabio Sala, Boston, Hay Goup
- [2] Cherniss C. & Adler M., Promoting Emotional Intelligence in Organizations: Make Training in Emotional Intelligence Effective, Vashington, 2000
- [3] Edelman, M. G. (1987). Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection, Basic Books. New York
- [4] Goleman, D. (1997). Emocionalna inteligencija, Geopoetika, Beograd.
- [5] Goleman, D., Bojacis, R., i Maki, E. (2006). Emocionalna inteligencija u liderstvu, ASEE, Novi Sad.
- [6] Goleman, D. (1998). Working with Emotional Intelligence, Bantam, New York.
- [7] Gottmann, J. (1993). What Predicts Divorce: The Relationship Between Marital Process and Marital Outcomes, Nju Džerzi, Lawrence Earlbaum Associates.
- [8] Locke, A. E., & Latham, P. G. (1998). *A Theory of Goal-Setting and Task Performance*, Nju Džerzi, Prentice Hall.
- [9] McEvory, M. G., & Beaty, W. R. (1989). Assessment Centers and Subordinate Appraisals of Managers: A Seven Year Examination of Predictive Validity, *Personnel Psychology*, 42.



OPTIMISATION OF CUSTOMMER COMMUNICATIONS ACTIVITIES THROUGH DIRECT MARKETING BASED ON DATA BASES AT B2B MARKET

MILENA POPIN

Faculty of Economics, Subotica, popin_jm@yahoo.com

Abstract: *This paperwork is a product of practical experience and theoretical reading on one-to-one communication with the customers in process of mass-personalization. Talking about integrated marketing communication is merely the question of a good balance and good combination of channels included. On one hand is the size of targeted audience and substantive effect on them and on the other hand are costs of each channel. In this paper I have tried to prove that if a company collect data about their customers, than decision-makers can, based on that data, cut the costs in communication process without losing quality of the communication. Collecting data is not the end task for the companies, but meaningful usage of them should be the goal. By using SQL language it is possible to dive into this date for communication purposes. It is known that at the B2B market close relation with the customers is one of the key elements of success, but not all customers are of the same importance. In addition, their preferences and sensitivity on communication channels differ in most of the cases. This paper suggest the steps for multi-steps and multichannel approach and metric model for measuring the costs in phase of planning but also in realisation phase, after measuring the response rate in each step.*

Keywords: *IMK - Integrated Marketing Communication, Data-based Marketing, 1-to-1 communication, Customer equity.*



MERENJE MARKETING PERFORMANSI I FINANSIJSKA EFIKASNOST

MARKETING PERFORMANCE MEASUREMENT AND FINANCIAL EFFICIENCY

MILAN OKANOVIĆ, MILOŠ MILOSAVLJEVIĆ, SLAVICA CICVARIĆ

Fakultet organizacionih nauka, Beograd, okanovic@fon.bg.ac.rs

Rezime: *Poslednjih nekoliko decenija, akademici, praktičari i konsultanti iz oblasti menadžmenta postali su svedoci značajnih promena po pitanju merenja marketing performansi. Centralna pitanja koja zaokupljaju marketing menadžere tiču se sve veće potrebe za kvantifikacijom mera njihovih ostvarenja. Kvantifikacijom samih ostvarenja omogućava se integracija marketing mera performansi sa ostalim organizacionim, a posebno finansijskim performansama, čime one u svojoj konačnosti mogu dobiti finansijski izraziv izlazni rezultat. U ovom radu je identifikovan problem promene paradigme merenja marketing ostvarenja i njihovoj učestalijoj kvantifikaciji. U tom smislu, posebna pažnja će biti posvećena velikom broju indikatora koji se trenutno koriste u marketingu, kao i mogućnostima njihove integracije sa finansijskim performansama.*

Ključne reči: *Merenje performansi, marketing indikatori.*

Abstract: *In recent decades, academics, practitioners and consultants in management area have become witnesses of significant changes in terms of measuring marketing performance. The central issues that preoccupy marketing managers are related to the growing need for quantification of the extent of their achievements. Quantification of achievements provides the integration of marketing performance measures with other organizational and, especially, financial performances, that, in the end, may lead to the output which can be financially expressed. This paper identifies the problem of changing the paradigm of measuring marketing achievements and their more frequent quantification. In this regard, the main focus will be on numerous indicators that are currently used in marketing, and possibilities of their integration with financial performances.*

Keywords: *Performance measurement, marketing indicators.*



ODRŽIVA CENA STAMBENE IZGRADNJE U NOVOM SADU

SUSTAINABLE PRICE OF HOUSE BUILDING IN NOVI SADU

DRAGOLJUB TICA, MILOŠ TICA

AGENCIJA „MTM NEKRETNINE“ Novi Sad, Vojvode Bojovića 8, dragoljub.tica@yahoo.com

Rezime: Rad analizira cenu koštanja novoizgrađenih stanova po m^2 uzimajući u obzir različite procene zahteva vlasnika lokacije koje je investitor u obavezi da finansira. Analiza je urađena za Novi Sad u I zoni izgradnje. Kvalitet novoizgrađenih stanova mora zadovoljiti tražene tehničke standarde. Dobijene cene sugerišu investitorima koji je nivo održive cene da bi investitor imao interesa ulagati sopstveni kapital u stambenu izgradnju.

Ključne reči: Stambena izgradnja, Cena novoizgrađenog stana po m^2 , Održiva cena stambene izgradnje

Abstract: This paper analyzes the cost of newly built apartments per m^2 , taking into account different percentage rates that site owners require and the investors are obliged to fund. The analysis is conducted for the building sites within the First Zone in Novi Sad. The quality of newly built apartments has to meet the technical standards required. The results obtained suggest to potential investors the level of prices that are sustainable and that make the investments of their own capital into house-building profitable.

Keywords: House building, price of newly built apartments per m^2 , sustainable price of house building, bank interest rate, investment rate

1. UVOD

Nakon svetske ekonomske krize, koja je zahvatila i ove prostore krajem 2008.god., investitori su u dilemi da li i dalje ulagati kapital u stambenu izgradnju ili devizni novac oročavati u bankama. Ovim radom pokušavamo dati odgovor koja je to održiva cena po m^2 novoizgrađenog stana da bi investitor pristupio investicionoj izgradnji

2. NIVO KVALITETA IZGRADNJE STAMBENIH JEDINICA

Pre nego što se upustimo u izračunavanje troškova izgradnje, treba izdefinisati standarde koje mora da zadovolji stambeni objekat koji se gradi na ovom prostoru.

To su sledeći standardi:

- spoljni zidovi su u sendvič izvedbi (puna opeka 25 cm-unutrašnji deo, stiropor 8 cm i 12,5 cm pune opeke-spoljni deo),
- pregradni zidovi prema susednim stanovima 25 cm – puna opeka
- lift luksuzne izvedbe za 8 osoba
- grejanje radijatorsko sa radijatorskim člancima: aluminijum ili liveno gvožđe – sa podnim razvodom
- vodovod & kanalizacija – plastika
- spoljna stolarija: PVC – petokomorna sa alu roletnama punjenim pur penom
- unutrašnja stolarija: ulazna pancir vrata a ostala u medijapan izvedbi
- parketi: hrastovi S klase
- sanitarija: uvozna S klase (italijanska ili španska)
- pločice: uvozne S klase (italijanske ili španske)
- bravarija u inox izvedbi
- limarija u bakru
- obrada unutrašnjih zidova: dva puta gletovano, tri puta bojeno u beloj boji
- fasaderski radovi: ulični deo granitna keramika a dvorišni deo kvalitetna plastificirana masa – grebana

2. TROŠKOVI IZGRADNJE STAMBENIH JEDINICA

Kod određenih troškova smo cene povećali za cca 10% zbog komunikacija u zgradi.

Sa ovakvim polaznim pretpostavkama a na osnovu iskustva u građenju troškovi su sledeći:

- PripOprTroš – troškovi pripreme i opremanja građevinskog zemljišta sa ostvarenjem tehničkih uslova su fiksni i oni iznose za I zonu:
 - pripreme i opremanja 187 €/m²
 - UTU-uslovi sa ostalim taksama 3,8 €/m²
 - energetska saglasnost za:
- elektro deo: prosečan stan 50 m²=880 €= 17,6 €/m²
 - zgrada 2.000 m² = 1.760 €(lift) + 880 €(zajednička potrošnja)=2.640 €/2.000 m² = 1,32 €/m²
- grejanje: 2 €/m²
- vodovod & kanalizaciju: 1,1 €/m²
- telekomunikacije: 0,55 €/m²
- kablovsku televiziju: 0,33 €/m²

Ukupno: 213,7 €/m²

- tehnički uslovi za:
- elektro deo: prosečan stan 50 m² = 110 € = 2,2 €/m² (brojilo, osigurači i zajednički orman)
 - zgrada 2.000 m² = 3.300 € = 1,65 €/m² (priključni kabel za zgradu)
- grejanje: zgrada 2.000 m² = 4.400 € = 2,2 €/m²
(toplotna podstanica) : zgrada 2.000 m² = 4.400 € = 2,2 €/m² (priključni toplotni vod)
- vodovod & kanalizacija: zgrada 2.000 m² = 3.300 € = 1,65 €/m² (vodovodni priključak i brojilo)
zgrada 2.000 m² = 2.200 € = 1,1 €/m²(kanalizacioni priključak)
- telekomunikacije: zgrada 2.000 m² = 3.300 € = 1,65 €/m²
- kablovsku televiziju: prosečan stan 50 m² = 30 € = 0,6 €/m²

Ukupno: 13,3 €/m² SVEUKUPNO:217 €/m²

- ProjTehDokTroš – troškovi projektno-tehničke dokumentacije (obuhvata:idejni, glavni i projekat izvedenog stanja) su za:
 - arhitekturu: 6,6 €/m²
 - statiku: 2,8 €/m²
 - elektro deo: 1,65 €/m²
 - lift: 0,55 €/m²
 - grejanje: 1,1€/m²
 - vodovod & kanalizaciju: 1,1 €/m²

Ukupno: 13,8 €/m²

- OtkLokTroš – troškovi otkupa lokacije od prethodnog vlasnika
Ovi troškovi za I zonu mogu biti: preko 30 %
- GruGraRadTroš – troškovi grubih građevinskih radova su: 350 €/m²
- LiftTroš - troškovi lifta sa ugradnjom za 5 podstanica-prizemlje i četiri sprata je 27.500 €.Analizirana zgrada je neto prodajne površine 2.000 m² pa je to po m² 27.500/2.000 = 13,75 €/m²
- ElekRadTroš – troškovi svih elektro radova iznose: 50 € /m²
- GrejKlimTroš – troškovi grejanja & klimatizacije iznose: 60 €/m²
- VodKanTroš – troškovi vodovoda & kanalizacije iznose: 16,5 €/m²
- SpoljStolTroš – troškovi spoljne stolarije sa ugradnjom iznose: 33 €/m²
- UnutStolTroš – troškovi unutrašnje stolarije i ulaznih vrata sa ugradnjom iznose 44 €/m²
- ParkTroš – troškovi parketa sa ugradnjom iznose: 44 €/m²
Površina parketa je u stanu oko 85% a 15% su pločice
- SanitTroš – troškovi sanitarija sa ugradnjom iznose: 17,6 €/m²
- PločTroš – troškovi pločica sa ugradnjom iznose: 50 €/m² i 35 €/m²

Površina pločica u prosečnom kupatilu je oko 20 m² a kuhinje oko 10m².Zgrada sa 2.000 m² ima 40 stanova pa je to ukupno (20+10)x40=1.200 m² .Zajedničke komunikacije obuhvataju 10 % ukupne površine pa je to 2.000x0,1=200 m².Ukupan iznos je 1.200 x 50 + 200 x 35 =67.000 €, po m² je 67.000/2.000 = 33,5 €/m²

- BravTroš – troškovi bravarskih radova iznose: 24 €/m²
- LimarTroš – troškovi limarskih radova iznose: 11 €/m²
- MolerTroš – troškovi molerskih radova iznose: 16 €/m²
- FasaTroš – troškovi fasaderskih radova iznose: 11 €/m²

Nasuprot troškovima figuriše zarada koja se ostvaruje prodajom stambenih jedinica. Znači nalazimo se u vremenu i okruženju kad nema prodaje u predizgradnji, već investitor mora sopstvenim ili kreditnim sredstvima da finansira izgradnju stambene zgrade.

3. BANKOVNA I INVESTICIONA KAMATNA STOPA

Prodaja se vrši kad je zgrada završena, ukoliko investitor nema prema kupcu hipotekarnu garanciju ostvarenu preko sopstvene nekretnine (ovo je veoma retka pojava).

Znači prodaja stanova u „predizgradnji“ je prošlost, već investitor ubuduće mora imati zatvorenu konstrukciju finansiranja pre izgradnje

Vreme trajanja gradnje od momenta dogovora sa vlasnikom parcele na kojoj se gradi objekat pa do predaje objekta kupcima za zgradu neto prodajne površine 2.000 m² je oko 3 godine. Ako podelimo taj interval u tri perioda tako da investitor u prvoj godini angažuje 1/3 novčanih sredstava a 2/3 može da oroči godinu dana, u drugoj godini angažuje 2/3 novčanih sredstava a 1/3 može da oroči godinu dana i u trećoj godini angažuje kompletno novčana sredstva.

Znači analiziramo dva slučaja:

I slučaj:

Investitor ne investira, već kompletan iznos novčanih sredstava oročava na tri godine što mu po bankovnoj kamatnoj stopi donosi prihod od 12,48%, i

II slučaj:

Investitor investira u stambenu izgradnju, a prihod mu je bančina kamata u prvoj godini na 2/3 investicionih sredstava, u drugoj godini na 1/3 investicionih sredstava i ostvarena dobit prodajom stanova uz jednu veoma važnu pretpostavku da je u tom roku od 3 godine prodao sve stanove.

Kod troškova postoje samo dve pozicije koje mogu da se menjaju a zavise od države i vlasnika parcele na kojoj će se graditi budući objekat. Država može da smanji troškove opremanja građevinskog zemljišta a vlasnik parcele može da smanji svoj deo procenta u novoizgrađenom objektu. Taj deo u I zoni Novog Sada se kretao preko 30%. U radu ćemo analizirati četiri mogućnosti i to kad je zahtev vlasnika parcele 30%, 25%, 20% i 15% novoizgrađenog objekta.

II.1. slučaj:

- zahtev vlasnika parcele 30%
- troškovi po m² su: 1.250 €/m²
- ukupni investicioni troškovisu: 2.500.000 €

II.2. slučaj:

- zahtev vlasnika parcele 25%
- troškovi po m² su: 1.190 €/m²
- ukupni investicioni troškovisu: 2.380.000 €

II.3. slučaj:

- zahtev vlasnika parcele 20%
- troškovi po m² su: 1.140 €/m²
- ukupni investicioni troškovisu: 2.280.000 €

II.4. slučaj:

- zahtev vlasnika parcele 15%
- troškovi po m² su: 1.100 €/m²
- ukupni investicioni troškovi su: 2.200.000 €

U tabeli br. 1 data je komparativna analiza sva četiri slučaja sa prodajnom cenama od 1.150 €/m² do 1.500 €/m² novoizgrađenog stana.

- gradnja stambenog objekta površine 2.000 m²
- vreme trajanja izgradnje 3 godine
- lokacija grad Novi Sad zona I

Tabela 1: Bankovna i investiciona kamatna stopa

II.1. slučaj							
Cena	BKS ¹	TI ²	Prihod1 ³	Prihod2 ⁴	Prihod3 ⁵	Prihod4 ⁶	IKS ⁷
1.500€/m ²	12,48%	2.500	64.000	36.000	500.000	600.000	24,00%
1.450€/m ²	12,48%	2.500	64.000	36.000	400.000	500.000	20,00%
1.400€/m ²	12,48%	2.500	64.000	36.000	300.000	400.000	16,00%
1.350€/m ²	12,48%	2.500	64.000	36.000	200.000	300.000	12,00%
II.2. slučaj							
Cena	BKS	TI	Prihod1	Prihod2	Prihod3	Prihod4	IKS
1.400€/m ²	12,48%	2.380	63.000	34.000	420.000	517.000	21,72%
1.350€/m ²	12,48%	2.380	63.000	34.000	320.000	417.000	17,52%
1.300€/m ²	12,48%	2.380	63.000	34.000	220.000	317.000	19,16%
1.250€/m ²	12,48%	2.380	63.000	34.000	120.000	217.000	15,08%
II.3. slučaj							
Cena	BKS	TI	Prihod1	Prihod2	Prihod3	Prihod4	IKS
1.350€/m ²	12,48%	2.280	61.000	33.000	420.000	514.000	22,54%
1.300€/m ²	12,48%	2.280	61.000	33.000	320.000	414.000	18,15%
1.250€/m ²	12,48%	2.280	61.000	33.000	220.000	314.000	13,78%
1.200€/m ²	12,48%	2.280	61.000	33.000	120.000	214.000	9,38%
II.4. slučaj							
Cena	BKS	TI	Prihod1	Prihod2	Prihod3	Prihod4	IKS
1.300€/m ²	12,48%	2.200	59.000	32.000	400.000	491.000	22,31%
1.250€/m ²	12,48%	2.200	59.000	32.000	300.000	391.000	17,77%
1.200€/m ²	12,48%	2.200	59.000	32.000	200.000	291.000	13,22%
1.150€/m ²	12,48%	2.200	59.000	32.000	100.000	191.000	8,68%

4. ZAKLJUČAK

Investitor ima interesa da ne oročava sredstva u banci, ukoliko će mu investiciona ulaganja doneti investicionu kamatu za tri godinu veću u odnosu na bankovnu kamatu barem za 10%. Znači da se održiva cena novoizgrađenog stana po m² u Novom Sadu u I zona mora kretati od 1.300 €/m² do 1.500 €/m² u zavisnosti od toga koliki je procenat zahteva vlasnika parcele na novoizgrađenom objektu. Vlasnici parcela zasad nisu zainteresovani da se taj procenat smanji a tržište signalizira da kupci nemaju interesovanja za kupovinom novih stanova ni po neodrživo niskoj ceni manjoj od 1.500€/m².

¹ BKS - Bankovna kamatna stopa na sredstva oročena 3 godine (ukupno vreme trajanja izgradnje)

² TI - Troškovi izgradnje u hiljadama €

³ Prihod 1 - 1/3 angažovana sredstva i 2/3 oročena sredstva u 1. godini gradnje, prihod od kamate u €

⁴ Prihod 2 - 2/3 angažovana sredstva i 1/3 oročena sredstva u 2. godini gradnje + kamata iz 1. godine gradnje, prihod od kamate u €

⁵ Prihod 3- Prihod od prodaje stanova (prihod umanjjen za troškove)

⁶ Prihod 4- Ukupan prihod u €

⁷ IKS - Investiciona kamatna stopa za 3 godine (procentualno učešće prihoda u troškovima izgradnje))



PROJEKTOVANJE ORGANIZACIONE STRUKTURE NA OSNOVAMA SAVREMENIH INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA

DESIGNING ORGANIZATIONAL STRUCTURE ON THE BASIS OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES

DR MILENKO MACURA,

Treća beogradska gimnazija, Beograd, Srbija, macuratrec@gmail.com

Rezime: U savremenom društvu, organizacija, kao poslovni sistem, ima veliku ulogu i značaj. U procesu transformacije i promena, savremena organizacija deluje u turbulentnom okruženju, pod uticajem brojnih eksternih i internih faktora, koji determinišu njeno ponašanje u poslovnim procesima i ostvarenim rezultatima. Organizovanje je kontinuelna aktivnost u kontekstu menadžmenta, kojom se organizacija prilagođava promenama, kako onim koje su rezultat internog pomeranja, tako i promenama u turbulentnom okruženju. Kao rezultat procesa projektovanja, organizaciona struktura povezuje aktivnosti, nadležnosti i odnose, obezbeđujući uslove za efikasno aktiviranje materijalnih, finansijskih i ljudskih resursa, u kontekstu ciljeva i strateških rešenja za njihovo ostvarenje. Jedan od najsnažnijih izazova za promene u organizacionoj strukturi i pristupu njenom projektovanju predstavlja dostignuti nivo razvoja i implementacije savremenih informacionih tehnologija, na povećanju efikasnosti i efektivnosti kroz postizanje bolje interne i eksterne konzistentnosti organizacija u ostvarenju sinergetskih efekata. U tom kontekstu, ovaj rad nastoji da podstakne na razmišljanje o daljem istraživanju ključnih faktora u strateškoj organizacionoj implementaciji informacionih tehnologija, na faktore čija osnovna priroda potiče iz organizacije.

Ključne reči: Transformacioni procesi, menadžment, informacione tehnologije, strateški faktori, organizaciona struktura, sinergetski efekti.

Abstract: In contemporary society, the organization as a business system plays a major role and significance. In the process of transformation and change, a modern organization operates in turbulent setting, influenced by many external and internal factors that determine its behavior in terms of business processes and actual outcomes. Organizing is a continuous activity in the context of management through which the organization adapts to changes, both those which are the result of internal alterations, and those external, due to a turbulent environment. As a result of design process, the organizational structure links the activities, responsibilities and relations in order to ensure the effective activation of tangible, human and financial resources, in the context of the objectives and strategic solutions to achieve them. One of the strongest challenges to changes in organizational structure and approach to its design is the current level of development and implementation of modern information technology, the increase of efficiency and effectiveness in achieving better internal consistency and external organizations in order to achieve synergy effects. In this context, this paper seeks to stimulate thinking about further study of key factors in strategic organizational implementation of information technology, the factors which stems from the basic nature of the organization.

Keywords: Transformation processes, management, information technologies, strategic factors, organizational structure, synergy effects.



ZAKLJUČIVANJE PRODAJE KAO POKAZATELJ USPEŠNOSTI LIČNE PRODAJE

SALES CONCLUSION AS THE INDICATOR OF SUCCESSFUL PERSONAL SELLING

DALIBOR BUBNJEVIĆ

Visoka škola modernog biznisa, Beograd, NIP „Zrenjanin“ a.d., Zrenjanin, daliborbzr@sbb.rs

Rezime: *Uspešnost u sprovođenju svih aktivnosti lične prodaje najbolje se očitava prilikom pokušaja zaključivanja ugovora. Sposobnost efektivnog okončanja prodajnog susreta nije posledica urođenog već razvijenog (negovanog) talenta prodavca koji je fundiran učenjem, vežbom i praktičnim iskustvom. Dodajući vrednost potencijalnom kupcu u svima fazama procesa prodaje obezbeđuje se da zatvaranje razgovora bude rutinska (sledstvena) aktivnost. U radu se ukazuje na pretpostavke, karakteristike, smernice i najčešće greške zaključivanja prodaje.*

Cljučne reči: *marketing, lična prodaja, zaključivanje prodaje.*

Abstract: *The process of executing the contract is the best means to evaluate the success of all activities undertaken in personal selling. The ability to effectively complete the sales meeting is not a consequence of the seller's inherited talent but rather a consequence of his acquired and developed competence based upon learning, training, and practical experience. The addition of value to potential customer at each consecutive stage of the sales process provides the routine closure of the business trading conversation. The paper presents the assumptions, characteristics, guidelines and common mistakes during the sale conclusion.*

Keywords: *marketing, personal selling, sales conclusion.*



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Predviđanje i planiranje



UNIVARIJACIONI MODELI PREDVIĐANJA TRAZNJE ZA ZDRAVSTVENIM USLUGAMA

UNIVARIATE MODELS FOR FORECASTING DEMAND IN HEALTH CARE

ALEKSANDRA MARCIKIĆ¹, BORIS RADOVANOV²

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici, Subotica, amarcikic@ef.uns.ac.rs

² Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici, Subotica, radovanovb@ef.uns.ac.rs

Rezime: Predmet ovog istraživanja je primena univarijacionih modela za predviđanje tražnje u službi hitne medicinske pomoći, kao jednoj od zdravstvenih organizacija, koju karakteriše kolebljiva i vremenski zavisna tražnja. Univarijacioni modeli vremenskih serija su namenjeni objašnjenju kretanja varijabli na osnovu sopstvenih istorijskih vrednosti. Tražnja za uslugama hitne medicinske pomoći je prikazana na osnovu originalnih podataka o dnevnom broju intervencija službe hitne medicinske pomoći u trogodišnjem periodu. Rezultati pokazuju da iz grupe modela kombinovanih autoregresivnih integrisanih procesa pokretnih sredina (ARIMA) model ARIMA (1,0,1)(1,0,1)_[7] na najbolji način opisuje kretanje posmatrane pojave. Ocenjeni su i aditivni i multiplikativni Holt Winter-ovi modeli eksponencijalnog ravnjanja i rezultati pokazuju da je od svih ispitanih modela aditivni Holt Winter-ov model eksponencijalnog ravnjanja najpogodniji za kratkoročno predviđanje tražnje za uslugama službe hitne medicinske pomoći.

Ključne reči: Univarijacioni modeli, Predviđanje, Zdravstveni menadžment

Abstract: In this paper different univariate forecasting methods are used to obtain the most possible accurate forecast of number of ambulance rides per day. Based on literature review the models used for forecast are: ARIMA models and Holt-Winters exponential smoothing method. The data set provides us information about the number of ambulance rides per day for a three years period. Results show that the additive Holt-Winters exponential smoothing method is the most suitable for forecasting the number of ambulance rides per day.

Keywords: Univariate models, Forecasting, Health Care Management

1. UVOD

Kao i u privrednim organizacijama, cilj menadžmenta zdravstvenih organizacija je ostvarivanje uspešnosti poslovanja i pružanje visoko kvalitetnih usluga uz uvažavanje svih specifičnosti koje karakterišu zdravstveni sistem. Zdravstveni menadžment „bazično traži da zadovolji i izbalansira interese svih učesnika u zdravstvenom sistemu, odnosno zdravstvenoj organizaciji: klijenata, zdravstvenog kadra i okoline“ (Mićalović, 2009). Iz navedenog proizilazi zaključak da svakodnevne aktivnosti zdravstvenog menadžmenta moraju uključiti kvantitativnu i kvalitativnu optimizaciju organizacije, njenih resursa i autputa.

Organizacija i menadžment zdravstvenog sistema privlači veliku pažnju operacionih istraživača, iz razloga što obezbeđuje vitalne usluge za društvo, a praktični problemi su pogodni za matematičko modeliranje, rešavanje i analizu. Upravljanje oskudnim resursima na najbolji mogući način je osnovni zadatak operacionih istraživanja, čiji je cilj da primenom analitičkih metoda pruže adekvatnu osnovu za donošenje odluka. Stoga, praktična implemetacija metoda operacionih istraživanja može biti od izuzetnog značaja za ostvarivanje poslovnih ciljeva i željenog kvaliteta usluga u svim zdravstvenim organizacijama. Uprkos značajnosti i aktuelnosti teme, i dalje postoje velike prepreke u prihvatanju i praktičnoj primeni kvantitativnih modela kao osnove za donošenje odluka od strane kliničara, menadžera i kreatora zdravstvene politike. Primetno je da je primena kvantitativnih metoda u praksi odavno zaživela u razvijenijim zemljama, dok je na žalost u našem lokalnom okruženju obaveštenost i svest o prednostima primene metoda operacionih istraživanja i njihovom praktičnom značaju za unapređenje poslovanja ekstremno niska. Isticanje značaja i mogućnosti praktične primene kvantitativnih metoda za unapređenje organizacije poslovnih procesa u zdravstvenom menadžmentu je takođe jedan od osnovnih ciljeva ovog rada.

U istraživanju će naglasak biti na primeni univarijacionih modela za predviđanje tražnje u službi hitne medicinske pomoći, kao jednoj od zdravstvenih organizacija, koju karakteriše kolebljiva i vremenski zavisna tražnja. Dugoročno predviđanje tražnje za uslugama službe hitne medicinske pomoći je relativno malo zastupljena tema u literaturi, iako se navodi da je „sposobnost predviđanja tražnje od krucijalnog značaja“ (Goldberg, 2004). Dinamička priroda tražnje za uslugama hitne medicinske pomoći predstavlja izazov za bavljenje ovim naučnim problemom, a adekvatno predviđanje tražnje bi omogućilo efikasnije planiranje aktivnosti ove službe i bolje iskorišćenje raspoloživih resursa, što rezultira u potencijalnom povećanju kvaliteta usluga i sniženju troškova poslovanja.

2. UNIVARIJACIONI MODELI VREMENSKIH SERIJA

Univarijacioni modeli vremenskih serija su namenjeni objašnjenju kretanja varijabli na osnovu sopstvenih istorijskih vrednosti i njima se isključivo obuhvataju istorijske karakteristike kretanja pojave. Univarijacioni modeli se najčešće koriste kada strukturni modeli ne daju zadovoljavajuće predviđanje posmatrane pojave ili kada ne postoji mogućnost formulisanja odgovarajuće uzročno posledične veze. Istraživanja su pokazala da autoregresivni modeli, modeli pokretnih sredina i njihova kombinacija, odgovaraju karakteristikama tražnje za uslugama hitne medicinske pomoći i mogu pružiti dobre rezultate u predviđanju kretanja ove pojave u narednom kratkoročnom vremenskom periodu (Channouf, 2007).

2.1. Proces pokretnih sredina - MA

Proces pokretnih sredina (moving average – MA) je jedan od najjednostavnijih modela vremenskih serija i proces pokretnih sredina q-tog reda se može prikazati preko sledeće relacije:

$$Y_t = \mu + u_t + \theta_1 u_{t-1} + \theta_2 u_{t-2} + \dots + \theta_q u_{t-q}. \quad (1)$$

U modelu (1) zavisna varijabla Y_t je izražena preko tekuće i legiranih vrednosti greške modela u_t . Niz nezavisno i identički raspoređenih slučajnih varijabli označen je sa u_t , $t=1,2,\dots$ čija je očekivana vrednost jednaka nuli $E(u_t) = 0$, a varijansa konstantna $\text{Var}(u_t) = E(u_t^2) = \sigma^2$, $\forall t$.

Osobine modela pokretnih sredina su:

$$\text{Konstanta očekivana vrednost: } E(Y_t) = \mu \quad (2)$$

$$\text{Konstantna varijansa: } \text{Var}(Y_t) = \gamma_0 = (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_q^2) \cdot \sigma^2 \quad (3)$$

Autokovarijanse su različite od nule sve do q-te docnje, a nakon toga su jednake nuli:

$$\gamma_s = (\theta_s + \theta_{s+1}\theta_1 + \theta_{s+2}\theta_2 + \dots + \theta_{s+q}\theta_q) \cdot \sigma^2 \text{ za } s=1,\dots,q, 0 \text{ za } s>q \quad (4)$$

Autokorelaciona funkcija (acf) procesa se dobija kao količnik autokovarijanse γ_s i varijanse γ_0 , a na osnovu kretanja njene vrednosti i parcijalne autokorelacione funkcije može se odrediti priroda i red procesa koji postoji kod posmatrane pojave. Parcijalna autokorelaciona funkcija (pacf) meri korelaciju između tekuće vrednosti varijable i njene vrednosti pre k perioda, tako da se ne obuhvataju vrednosti varijable između ova dva perioda. Proces pokretnih sredina q-tog reda karakteriše autokorelaciona funkcija različita od nule do q docnji i geometrijsko opadanje vrednosti parcijalne autokorelacione funkcije.

2.2. Autoregresivni proces – AR

U autoregresivnom modelu tekuća vrednost varijable zavisi od prošlih vrednosti iste te varijable, a autoregresivni proces p-tog reda AR(p) predstavlja sledeća relacija:

$$Y_t = \mu + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + u_t \quad (5)$$

Ako je vrednost konstante jednaka nuli, tada je AR proces prvog reda: $Y_t = \varphi_1 Y_{t-1} + u_t$, čija je očekivana vrednost $E(Y_t) = 0$, a varijansa

$$\text{Var}(Y_t) = \gamma_0 = \frac{\sigma^2}{1 - \varphi_1^2} \quad (6)$$

Autokorelaciona funkcija se dobija kao količnik autokovarijanse i varijanse, a autokovarijanse su redom:

$$\gamma_1 = \frac{\varphi_1 \sigma^2}{1 - \varphi_1^2}, \gamma_2 = \frac{\varphi_1^2 \sigma^2}{1 - \varphi_1^2}, \dots, \gamma_s = \frac{\varphi_1^s \sigma^2}{1 - \varphi_1^2} \quad (7)$$

Na osnovu grafičkog prikaza vrednosti autokorelacione funkcije i parcijalne autokorelacije moguće je pretpostaviti da se radi o AR (p) procesu ako autokorelaciona funkcija geometrijski opada, a parcijalna autokorelaciona funkcija se razlikuje od nule do p doznji. Kod nestacionarnih AR modela prethodne vrednosti greške modela nemaju opadajući efekat na tekuću vrednost varijable, stoga je neophodno proveriti stacionarnost posmatranog modela.

2.3. Kombinovani autoregresivni procesi pokretnih sredina – ARMA

Prema Box-Jenkins metodologiji proces izgradnje ARMA modela se sastoji iz sledeća tri koraka:

- identifikacija, tj. određivanje reda p i q modela analizom dijagrama acf i pacf
- određivanje parametara modela
- testovi dijagnosticanja, koji obuhvataju problem prilagođavanja šireg modela datim podacima i
- dijagnosticanje reziduala.

Kombinovanjem procesa AR(p) i MA(q) dobija se proces ARMA(p,q):

$$Y_t = \mu + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \theta_1 u_{t-1} + \theta_2 u_{t-2} + \dots + \theta_q u_{t-q} + u_t \quad (8)$$

$$\text{Srednja vrednost ARMA procesa je } E(Y_t) = \frac{\mu}{1 - \varphi_1 - \varphi_2 - \dots - \varphi_p} \quad (9)$$

Korelogram može ukazati na postojanje kombinovanog autoregresivnog procesa pokretnih sredina ako i autokorelaciona i parcijalna autokorelaciona funkcija geometrijski opadaju. U svakom slučaju, neophodno je oceniti modele i tek se sa poređenjem vrednosti informacionog kriterijuma (npr. Schwarz-ovog Bayes-ovog tipa BIC) može odrediti koji od ispitanih modela najbolje odražava prirodu posmatrane pojave.

Predviđanje ARMA(p,q) procesa se vrši kombinovanjem postupaka predviđanja za AR(p) i MA(q) procese. Ako se u model uključe i difference zavisne promenljive ($Y_t = Y_t - Y_{t-1}$) radi se o integrisanom ARMA procesu, koji se naziva ARIMA. U slučaju da postoji pretpostavka da kretanje posmatrane pojave karakterišu sezonski ciklusi, potrebno je i uticaj sezone uključiti model. Da bi se uticaj sezone uključio u model, potrebno je dodati sezonski autoregresivni proces reda P i/ili sezonski proces pokretnih sredina reda Q, te se sezonski ARIMA model navodi na sledeći način ARIMA (p, d, q) (P, D, Q). Parametri p i q predstavljaju redove nesezonskih autoregresivnih procesa i procesa pokretnih sredina, dok P i Q predstavljaju redove sezonskih autoregresivnih procesa i procesa pokretnih sredina. Takođe, d i D označavaju nesezonsku i sezonsku razliku.

2.4. Holt Winters-ov model eksponencijalnog ravnjanja

Eksponencijalno ravnjanje predstavlja posebnu tehniku, kojom se tekuća vrednost varijable modelira u funkciji sopstvenih prethodnih vrednosti. Tekuća ocenjena vrednost se može dobiti kao ponderisani zbir svih prethodnih osmotrenih vrednosti, pri čemu ponderi predstavljaju opadajući geometrijski niz, tj. uticaj varijable na tekuću vrednost postupno slabi kako se udaljavamo ka prošlim vremenskim jedinicama osmatranja.

U literaturi (Diebold F.X., 2004) se javlja nekoliko modela eksponencijalnog ravnjanja, dok će u ovom radu, zbog pretpostavke o sezonalitetu podataka, biti primenjen Holt Winters-ov model eksponencijalnog ravnjanja. Metod se zasniva na tri relacije, od kojih se prvom modelira nivo pojave, drugom trend i trećom uticaj sezone. Holt Winters-ov model eksponencijalnog ravnjanja se pojavljuje u dve forme, aditivnoj i multiplikativnoj, u zavisnosti od načina na koji se sezonalitet modelira.

Kod aditivnog Holt Winters-ovog modela, relacije koje opisuju nivo pojave a_t , trend b_t i sezonsku komponentu s_t u vremenu t definišu se na sledeći način:

$$\begin{aligned} a_t &= \alpha (Y_t - s_{t-d}) + (1-\alpha) (a_{t-1} + b_{t-1}), \\ b_t &= \beta (a_t - a_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}, \\ s_t &= \gamma (Y_t - a_t) + (1-\gamma) s_{t-d} \end{aligned} \quad (10)$$

gde je d period sezone.

Sezonska komponenta Holt Winters-ovog modela ekoponencijalog ravnjanja može biti modelirana i na multiplikativan način. Ukoliko podaci pokazuju stabilne sezonske fluktuacije, preporučuje se aditivni model, a ukoliko je sezonska komponenta proporcionalna prosečnom nivou vremenske serije preporučuje se primena multiplikativnog modela (Diebold F.X., 2004). Osnovne jednačine nivoa pojave a_t , trenda b_t i

sezonske komponente s_t u vremenu t kod multiplikativnog Holt Winters-ovog modela eksponencijalno ravnanja definišu se na sledeći način:

$$\begin{aligned}
 a_t &= \alpha \frac{Y_t}{s_{t-d}} + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) \\
 b_t &= \beta (a_t - a_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \\
 s_t &= \gamma \frac{Y_t}{a_t} + (1-\gamma)s_{t-d}
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

gde je d period sezone.

3. ANALIZA ORIGINALNIH PODATAKA

U ovom istraživanju tražnja za uslugama hitne medicinske pomoći će biti prikazana na osnovu dnevnih intervencija. Originalni podaci su prikupljeni u Službi hitne medicinske pomoći gradskog naselja u Republici Srbiji sa 150000 stanovnika, za vremenski period od 15.02.2009. do 15.02.2012. Za statističku obradu podataka korišćeni su programski paketi EViews i SPSS. U posmatranom periodu je izvršeno prosečno 30 intervencija u toku dana, a na bazi osnovnih statističkih pokazatelja i vrednosti Jarque Bera test statistike, može se zaključiti da podaci ne prate normalan raspored. Za ocenjivanje modela korišćeni su podaci od 15.02.2009. do 21.01.2012, a ostala osmatranja u uzorku su korišćena za kontrolu. Predviđanje van uzorka je izvršeno za period od 14 dana, tj. do 29.02.2012.

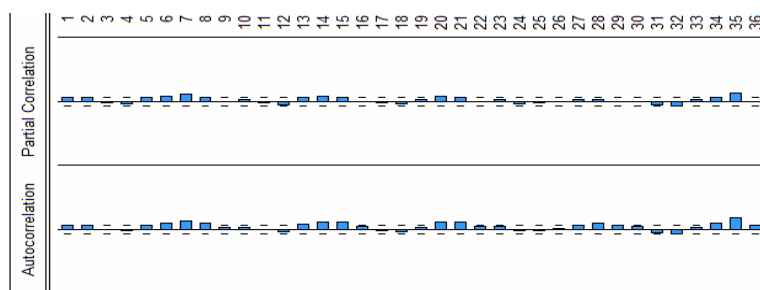
4. SPECIFIKACIJA UNIVARIJACIONIH MODELA VREMENSKIH SERIJA

U saglasnosti sa Box Jenkins metodologijom, izgradnja odgovarajuće strukturne forme modela se sastoji iz identifikacije, određivanja vrednosti parametara i testova dijagnostičiranja. U ovom istraživanju se pristupilo i testiranju kvaliteta predviđanja datih modela, a zatim je izabran model koji najbolje objašnjava kretanje posmatrane vremenske serije. U identifikaciji modela koristi se ispitivanje preko korelograma i informacionih kriterijuma. Vrednosti parametara se ocenjuju na osnovu prethodno definisane forme dobijene iz faze identifikacije, a zatim primenom metoda za ocenu zadatog modela najčešće metodom običnih najmanjih kvadrata.

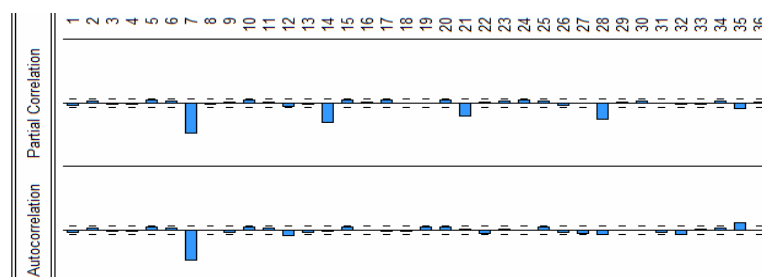
Naredni grafički prikazi (slike 1 i 2) prikazuju korelacije između tekuće vrednosti i prethodnih vrednosti vremenske serije preko autokorelacione funkcije i parcijalne autokorelacione funkcije. Na osnovu korelograma originalnih podataka moguće je uočiti određene pravilnosti u kretanju autokorelacione funkcije i parcijalne autokorelacione funkcije na svakih sedam dana, te je moguće pretpostaviti da tražnja za uslugama hitne medicinske pomoći zavisi od dana u nedelji. Korelogram autokorelacione funkcije i parcijalne autokorelacione funkcije prvih diferenci sa docnjom 7 potvrđuje da postoji uticaj sezone, jer se pikovi javljaju na svakih 7 dana. Preko korelograma i testiranja jediničnog korena proverena je i stacionarnost vremenske serije. Jedan od najčešće primenjivanih testova jediničnog korena je prošireni Dickey Fuller-ov test (ADF) gde se proverava nulta hipoteza (da je serija nestacionarna) u odnosu na alternativnu (da je serija stacionarna) Rezultati prikazani u narednom tabelama potvrđuju pretpostavku o stacionarnosti posmatranih serija, jer se odbacuje nulta hipoteza.

Tabela 1: Rezultati proširenog Dickey Fuller-ovog testa jediničnog korena

ADF test statistika	-14.3248	1% Kritična vrednost	-3.9715
		5% Kritična vrednost	-3.4163



Slika 1: Korelogram autokorelacione funkcije i parcijalne autokorelacione originalnih podataka



Slika 2: Korelogram autokorelacione funkcije i parcijalne autokorelacione funkcije prvih diferenci sa docnjom 7

Nakon zadovoljene pretpostavke o stacionarnosti podataka i analize korelograma pristupilo se oceni različitih univarijacionih modela i izračunavanja vrednosti Schwarz-ovog informacionog kriterijuma za svaki model. Na taj način dobijen je sledeći model ARIMA (1, 0, 1)(1, 0, 1)_[7] koji na najbolji način opisuje kretanje tražnje za uslugama službe hitne medicinske pomoći:

$$Y_t = 30,052 + 0,983 Y_{t-1} + 0,945u_{t-1} + 0,999 (Y_{t-1} - Y_{t-8}) + 0,985(u_{t-8} - u_{t-7}) + u_t \quad (12)$$

gde je:

Y_t - zavisna promenljiva

Y_{t-i} - zavisna promenljiva sa docnjom i

u_t - greška modela

u_{t-i} - greška modela sa docnjom i .

Kako bi model bio validan, potrebno je proveriti da li reziduali ocenjenog modela prate proces belog šuma, što je izvršeno pomoću Ljung Box testa i izračunata vrednost Q statistike pokazuje da izabrani model odgovara originalnim podacima, pošto je rizik greške za prvih 20 docnji veći od 5% ($p > 0,05$).

U nastavku je primenjen i Holt Winters-ov model eksponencijalnog ravnjanja. Konstante ravnjanja α , β i γ su određeni minimiziranjem srednje kvadratne greške modela. Ocenjene konstante ravnjanja aditivnog Holt Winters-ovog modela su: $\alpha = 0,031$, $\beta = 0$ i $\gamma = 0,0068$ i model glasi:

$$a_t = 0,031(Y_t - s_{t-d}) + 0,969 a_{t-1},$$

$$b_t = 0,$$

$$s_t = 0,0068 (Y_t - a_t) + 0,9932 s_{t-d} \quad (13)$$

Ocenjen je sledeći multiplikativni Holt Winters-ov model eksponencijalnog ravnjanja:

$$a_t = 0,029 \frac{Y_t}{s_{t-d}} + 0,971 a_{t-1}$$

$$b_t = 0,$$

$$s_t = 0,04 \frac{Y_t}{a_t} + 0,96 s_{t-d} \quad (14)$$

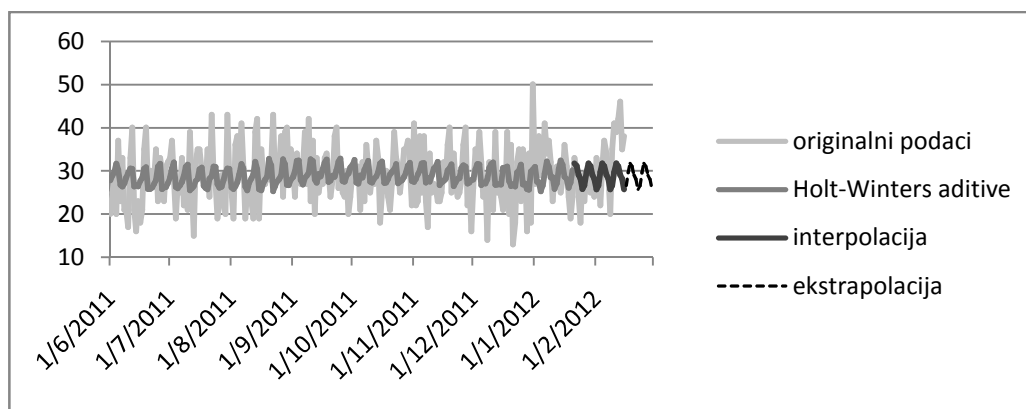
5. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

U poslednjem koraku će se izvršiti poređenje ocenjenih modela po Schwarz-ovom informacionom kriterijumu i uporediti kvalitet predviđanja različitih modela. Za poređenje kvaliteta predviđanja postoje različiti pokazatelji, a ovde će biti primenjena srednja apsolutna procentualna greška prognoze (MAPE) i za period ocenjivanja i za period kontrole modela.

Tabela 2 : Pokazatelji kvaliteta moći predviđanja modela i vrednosti BIC informacionog kriterijuma

	MAPE period ocenjivanja	MAPE period kontrole	BIC
Holt-Winters-ov aditivni model eksponencijalnog ravnjanja	17,875	19,779	3,690
Holt-Winters-ov multiplikativni model eksponencijalnog ravnjanja	17,958	20,150	3,694
ARIMA (1,0,1)(1,0,1)	18,271	20,178	3,721

Od svih ocenjenih ARIMA modela model $ARIMA(1, 0, 1)(1, 0, 1)_{[7]}$ je imao najnižu vrednost BIC informacionog kriterijuma i najbolju moć predviđanja, međutim u poređenju sa Holt Winters-ovim modelima eksponencijalnog ravnjanja daje lošije rezultate, što se može videti iz Tabele 2. Model koji po svim pokazateljima najbolje objašnjava kretanje posmatrane pojave je Holt Winters-ov aditivni model eksponencijalnog ravnjanja.



Slika 3: Prikaz originalnih podataka i podataka ocenjenih Holt Winters-ovim aditivnim modelom

U ovom radu predmet istraživanja je bila primena univarijacionih modela za predviđanje dnevnog broja intervencija u službi hitne medicinske pomoći. Kako bi se mogla doneti konačna odluka o modelima koji na najbolji način opisuju kretanje ove pojave, ideja za nastavak istraživanja je primena multivarijacionih modela, te poređenje rezultata dobijenih univarijacionim i multivarijacionim modelima. U svakom slučaju, ovo istraživanje je pokazalo da modeliranje praktičnih problema iz oblasti zdravstvenog menadžmenta predstavlja veliki izazov, jer se praktičnom implementacijom rezultata istraživanja u ovoj oblasti postiže unapređenje poslovanja zdravstvenog sistema i društva u celini.

6. LITERATURA

- [1] Brandeau M.L., Sainfort F., & Pierskalla W.P. (2005). Operations research and health care: a handbook of methods and applications, Springer Science + Business Media, Inc.
- [2] Channouf N., L'Ecuyer P., Ingolfsson, A., & Avramidis, A.N. (2007). The application of forecasting techniques to modeling emergency medical system calls in Calgary, Alberta, Health Care Manage Science, 10(1), 25-45
- [3] Diebold, F.X. (2004). Elements of forecasting, Thomson South-Western
- [4] Goldberg, J.B. (2004). Operations research models for the deployment of emergency services vehicles, EMS Management Journal, 1, 20-39.
- [5] Kiš, T., Čileg, M., Vugdelija, D., & Sedlak, O. (2005). Kvantitativni metodi u ekonomiji, Ekonomski fakultet Subotica
- [6] Kovačić, Z., (1995). Analiza vremenskih serija, Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet.
- [7] Mićalović, P. (2009). Zdravstveni menadžment, Zdravstvena zaštita, 4, 67-75
- [8] Taylor J.W. (2008). A comparison of univariate time series methods for forecasting intraday arrivals at a call center, Management Science, 54(2), 253-265



KORIŠĆENJE NEURONSKIH MREŽA ZA PREDVIĐANJE PRAVCA KRETANJA INDEKSA NA FINANSIJSKOM TRŽIŠTU

PREDICTING DIRECTION OF STOCK INDEX MOVEMENT USING NEURAL NETWORKS

JOVANA KOVAČEVIĆ¹, MARINA JEREMIĆ¹, IVANA DRAGOVIĆ¹, ALEKSANDAR RAKIĆEVIĆ¹,

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, vertdelice@gmail.com

Rezime: Proučavanje finansijskih tržišta je tema mnogih radova poslednjih godina. Različite metode su korišćene kako bi se na najbolji način prikazala nelinearnost kao jedna od glavnih karakteristika ovako složenih sistema. Široko je prihvaćeno da se neuronske mreže mogu koristiti kako bi se ova složenost uspešno opisala. U ovom radu se ispituje mogućnost korišćenja neuronskih mreža u predviđanju pravca kretanja berzanskog tržišnog indeksa. Korišćeni model je višeslojni perceptron sa backpropagation algoritmom učenja. Vršiti se međusobno poređenje različitih topologija mreža na osnovu kriterijuma srednje kvadratne greške i procentualne greške. Za predviđanje su korišćeni cena, prinos i tehnički indikatori za S&P500 indeks.

Ključne reči: Neuronske mreže, predviđanje, berzanski indeks

Abstract: The study of financial markets has been addressed in many works during the last decade. Different methods have been used in order to capture the non-linear behavior which is characteristic of these complex systems. It has been widely accepted by many studies that neural networks can be effectively used to uncover this complexity. This paper examines the possibility of using neural network models in forecasting stock index movement. The analysed model is multi-layer perceptron (MLP) with backpropagation (BP) algorithm. Comparison of different outcome for every neural network model is based on mean square error (MSE) and percentage of accurately predicted values. For prediction we used prices, returns and different technical indicators of the S&P500 stock index.

Keywords: Neural networks, prediction, stock index.

1. UVOD

Predviđanje trendova na berzi je glavni predmet interesovanja kako za naučnike tako i za finansijske analitičare. Modeli i metode predviđanja su se intezivno razvijale, posebno u poslednjih nekoliko godina, ali precizno predviđanje budućih vrednosti indeksa i razvoj poslovne strategije sposobne za "prevođenje" ove prognoze u profit predstavljaju i dalje veliki izazov.

Glavne karakteristika ovog problema se odnose na dinamičnu, kompleksnu, evolutivnu i haotičnu prirodu tržišta. Pored toga, finansijska tržišta podležu uticaju mnogih makroekonomskih uticaja kao što su politički događaji, svetski ekonomski uslovi, očekivanja investitora i njihov izbor, kretanja drugih finansijskih tržišta i sl. Ovakve karakteristike tržišta su se pokazale kao ograničenja klasičnih statističkih metoda u predviđanjima finansijskih vremenskih serija, zbog čega je i nastala potraga za moćnijim metodama predviđanja. Konkretno, kada se suočavate sa tržišnim trendovima, poželjno je da metode predviđanja mogu da obrade velike količine nelinearnih podataka, koji sa sobom nose visok stepen neizvesnosti.

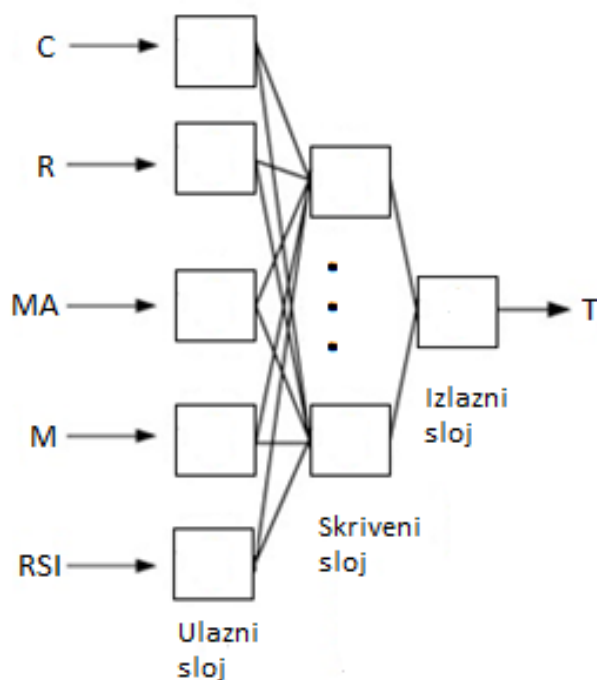
Neuronske mreže su se pokazale kao dobar alat za modelovanje i predviđanje na finansijskim tržištima. Sa druge strane, potrebno je ukazati i na moguća ograničenja neuronskih mreža u učenju obrazaca kod podataka sa berze usled njihove velike fluktuacije, šuma u podacima, kao i velike kompleksnosti.

U ovom radu koristimo podatke S&P500 indeksa u cilju predviđanja njegovog pravca kretanja. S&P 500 je berzanski indeks na njujorškim berzama vrednosnih papira NYSE i NASDAQ i jedan je od 7 glavnih indeksa berza vrednosnih papira u SAD-u. Korišćena su dva seta podataka tj. identični modeli su testirani nad normalizovanim i nenormalizovanim podacima. Svi mrežni modeli su primeri backpropagation neuronske mreže sa različitim parametrima.

2. METODOLOGIJA

Veštačke neuronske mreže poseduju mogućnost učenja, paralelnog procesiranja, sposobnost pronalaženja obrazaca i nepravilnosti. Ove osobine čine neuronsku mrežu moćnim alatom za rešavanje kompleksnih problema. Većina neuronskih mreža ima neku vrstu pravila za "obučavanje", čime se koeficijenti veza između neurona podešavaju na osnovu ulaznih podataka. Najpoznatiji algoritam za treniranje neuronske mreže je backpropagation koji ima vrlo jednostavnu arhitekturu, ali i veliku moć u rešavanju problema. Arhitektura mreže je organizovana kroz čvorove, koji predstavljaju neurone, i njihove međuveze.

Mreža je predstavljena sa tri sloja: ulazni sloj, izlazni sloj i skriveni sloj (kojih može biti mnogo više). Čvorovi u ulaznom sloju primaju ulazne signale iz okoline, a čvorovi u izlaznom sloju daju izlazne signale. Svaki sloj između ulaznog i izlaznog se naziva skriveni sloj. Backpropagation (BP) neuronska mreža prima ulazne signale isključivo od predhodnog sloja i šalje rezultate samo sledećem sloju. Kako različite studije pokazuju, vidi Kara, Boyacioglu, Baykan (2011), De Faria, Albuquerque, Gonzalez, Cavalcante, Albuquerque (2009), mreža sa jednim ili dva skrivena sloja je u stanju da simulira većinu kompleksnijih sistema sa velikom tačnošću, tako da je akcenat u pravljenju odgovarajućeg modela za ovu studiju stavljen na ovakvu topologiju. Pored toga testirane su i mreže sa više skrivenih slojeva ali su rezultirale manjom tačnošću. Troslojna BP mreža, kakva je i korišćena u radu, je prikazana na Slici 2.



Slika 1: Arhitektura backpropagation neuronske mreže sa jednim skrivenim slojem

BP proces određuje težine veza među čvorovima različitih slojeva na osnovu treninga koji se vrši nad originalnim podacima (podaci koji još nisu prošli kroz neuronsku mrežu) smanjujući grešku između procenjenih i tačnih vrednosti. To znači da neuronska mreža mora prvo da prođe kroz proces treniranja da bi mogla da se primeni za proces predviđanja rezultata.

U radu su predstavljeni parametri i topologija mreže čija je kombinacija parametara dala najbolje rezultate. Od parametara mreže koji su korišćeni i čije su vrednosti varirale kako bi se dobila najbolja arhitektura su broj epoha (Epoch), stopa učenja (learning rate) i moment (momentum constant), a testirana topologija sa 1, 2 i 3 skrivena sloja čija kombinacija neurona je varirala od 5 do 30. Prvo su testirane mreže sa predloženim parametrima videti Kara, Boyacioglu, Baykan (2011). Takođe testirani su i modeli sa različitim aktivacionim funkcijama iznesenim u studijama videti Bildirici, Ersin (2009), Chang, Wang, Zhou (2012), Enke, Thawornwong (2005). U Tabli 1. se može naći skup parametara za svaku od rezultujućih mreža.

Tabela 1: Odovarajuće vrednosti parametara mreža sa najboljim rezultatima

	Epohe (Epoch)	Stopa učenja (lc)	Moment (mc)	Broj neurona u skrivenim slojevima	Aktivaciona funkcija
Mreža 1	4000	0.2	0.7	10,20,5	logsig,purelin
Mreža 2	4000	0.3	-	30	tansig
Mreža 3	4000	0.3	-	10,20	tansig
Mreža 4	4000	0.3	0.4	30	tansig
Mreža 5	4000	0.3	0.4	10,20	tansig
Mreža 6	4000	0.3	0.4	10,20,5	logsig
Mreža 7	4000	0.3	0.6	30	tansig
Mreža 8	4000	0.3	0.7	30	logsig
Mreža 9	4000	0.3	0.7	10,20	logsig
Mreža 10	4000	0.3	0.7	10,20	tansig
Mreža 11	4000	0.3	0.7	10,20,5	logsig
Mreža 12	4000	0.3	0.7	10,20,5	tansig
Mreža 13	4000	0.3	0.7	30	tansig,purelin
Mreža 14	4000	0.3	0.7	30	logsig,purelin
Mreža 15	5000	0.1	0.7	30	logsig
Mreža 16	5000	0.1	0.7	25	tansig
Mreža 17	5000	0.3	0.4	10,20,5	tansig
Mreža 18	5000	0.3	0.7	10,10	logsig,purelin

3. STUDIJA

Podaci

Postoji velikih broj indikatora koji se koriste za razna ispitivanja vezana za finansijska tržišta. Njihov uticaj na procese predviđanja i dalje nije precizno utvrđen. Izbor promenljivih u ovom radu baziran je na osnovu osvrta na druge radove, tako da su izabrani oni indikatori koji se najčešće pojavljuju u studijama predviđanja vezanih za berzanski indeks. Korišćene su vrednosti mesečnih cena (cena na kraju svakog meseca) za S&P 500 indeks od 4.9.1990. do 1.4.2013. godine. Na osnovu ovih vrednosti izvedeni su : mesečni prinos (R), sedmomesečni prosek (7MA), sedmomesečni momentum (7M) i sedmomesečni indeks relativne snage stedstava (RSI). Pomenuti tehnički indikatori zajedno sa cenom korišćeni su kao ulazni podaci. U Tabeli 2. se može videti spisak svih parametar sa njihovim notacijama i formulama. Prvih 221 meseci ($\approx 80\%$) korišćeno je kao podaci za treniranje neuronske mreže, a preostalih 50 za testiranje ($\approx 20\%$).

Tabela 2: Ulazne varijable uključene u analizu

Notacija	Varijabla	Opis/Formula
C _t	Cena	Mesečna cena S&P500 indeksa
R	Prinos	$R = \frac{C_{t+1} - C_t}{C_t}$
7MA	Prosek za sedam meseci	$MA = \frac{\sum_{t=1}^7 C_t}{7}$
7M	Momentum	$M = C_t - C_{t-7}$
RSI	Indeks relativne snage	$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS^I}$

Izlazni podaci su definisani kao pozitivna ili negativna vrednost kretanja indeksa i uzimaju vrednosti iz skupa {0,1}, po pravilu:

- Ako $C_{t-1} - C_t < 0$, vrednost je 0
- Ako $C_{t-1} - C_t > 0$, vrednost je 1

¹ $RS = \frac{\text{prosečan dobitak}}{\text{prosečan gubitak}}$, gde je kalkulacija bazirana na periodu od sedam meseci

Za kreiranje mreže korišćen je softver MATLAB Neural Network Toolbox. Korišćeno je dva seta podataka - sirovi podaci i normalizovani podaci kako bi se utvrdilo koji set daje bolje rezultati i sa kojim mrežnim parametrima.

Normalizacija svih podataka izvršena je na intervalu od nula do jedan sa ciljem da se podaci što više "prilagode" mernim sistemima uspešnosti. Tako su vrednosti za cenu, prinos i tri izabrana tehnička indikatora normalizovani sledecom jednačinom:

$$\text{ulaz} = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

gde X_i predstavlja original vrednost ulazne varijable, a X_{\max} i X_{\min} njihove maksimalne i minimalne vrednosti respektivno.

Kriterijumi za procenu tačnosti

Dva različita merna sistema su korišćena za određivanje tačnosti rezultata. Prvi sistem takozvani *hit rate* je definisan logičkim pravilom:

$$f(x) = \begin{cases} x = 0, & x \leq 0.5 \\ x = 1, & x > 0.5 \end{cases} \quad (5)$$

gde se uspešnost meri procentom tačnih vrednosti. Dalje, tačnost rezultata je merena kriterijumom srednje kvadratne greške (MSE – mean squared error), tj. formulom:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (T_p - T_t)^2, \quad (6)$$

gde T_p predstavlja trend (pravac kretanja indeksa) koji je neuronska mreža predvidela, a T_t tačnu vrednost trenda. MSE meri prosek kvadrata "greški".

Rezultati

U Tabeli 3. su prikazani rezultati mreža koji daju najbolje rezultate. Možemo primetiti da iako kod većine rezultata postoji podudarenje po uspešnosti na osnovu MSE i procentualno izražene tačnosti, nikakva međuzavisnost se ne može garantovati. Desilio se da neki mrežni model koji imaju visok procenat tačnosti imaju i vecu srednju kvadratnu grešku. Ipak oba sistema su razmatrana ravnopravno i za svaki smo trazili odgovarajuće najbolje vrednosti: minimalnu grešku i maksimalan procenat.

Tabela 3: Rezultati mreža za originalne i normalizovane podatke

	Originalni podaci		Normalizovani podaci	
	MSE	%	MSE	%
Mreža 1	0.352337239	58.00%	0.236957896	68.00%
Mreža 2	0.296141208	50.00%	0.310396855	52.00%
Mreža 3	0.319113777	38.00%	0.305505687	52.00%
Mreža 4	0.259771001	56.00%	0.409115409	58.00%
Mreža 5	0.444311419	54.00%	0.253382657	60.00%
Mreža 6	0.244194014	66.00%	0.242832122	66.00%
Mreža 7	0.3290847	44.00%	0.298130324	46.00%
Mreža 8	0.23495337	66.00%	0.244122547	62.00%
Mreža 9	0.248365108	62.00%	0.247840624	66.00%
Mreža 10	0.29742415	48.00%	0.282053793	44.00%
Mreža 11	0.233450138	66.00%	0.250554392	66.00%
Mreža 12	0.245911805	66.00%	0.223419113	58.00%
Mreža 13	0.200097124	68.00%	0.308991789	60.00%
Mreža 14	0.304217228	60.00%	0.270658445	48.00%
Mreža 15	0.226692958	66.00%	0.252169776	60.00%
Mreža 16	0.275046005	60.00%	0.328023417	46.00%
Mreža 17	0.251012158	62.00%	0.265633472	52.00%
Mreža 18	0.29849222	38.00%	0.399962201	44.00%

Maksimalni procenat uspešnosti od 68.00% predstavlja 34 tačnih predviđanja od ukupno 50. Ovaj rezultat je postignut i kod originalnih i kod normalizovanih podataka. U oba slučaja velika tačnost se pokazala kad je korišćena *logsig* aktivaciona funkcija. Do najbolji rezultata smo došli kad je na izlazni sloj primenjena *purelin* funkcija koja se razlikuje od funkcija primenjenih na skrivene slojeve neurona.

Uzimajući u obzir procentualne rezultate tačnosti, vrednosti za MSE njima odgovarajućih mreža su veće nego očekivane. Ono što je najvažnije, govore nam da iako nema uvek tačne vrednosti, neuronska mreža uspeva da predvidi trend.

Neuronska mreža se ipak pokazala bolje u predviđanju nad originalnim podacima, gde je veći broj mreža sa boljim rezultatima, a iste mreže su davale manje greške. Iz Tabele 3 se može videti da je najbolji rezultat od 68.00% i MSE 0.200097124 što je ujedno i najmanja vrednost greške svih modela u studiji.

Tabela 4: Prosečne vrednosti uspešnosti

	Originalni podaci	Normalizovani podaci
MSE	0.281145312	0.28498614
%	57.11%	56.00%

Suprotno uopštenom mišljenju da jedan skriveni sloj neurona najbolji za kreiranje modela predviđanja, videti Wensheng, Lud, Wuc (2012), Kim (2006), Wang, Wang, Zhang, Guo (2011). neki od najboljih rezultata dobijeni su korišćenjem više slojeva, što se posebno pokazalo u slučaju originalnih podataka. U Tabeli 4. se mogu naći prosečne vrednost kriterijuma uspešnosti za sve mreže kako originalnih tako i normalizovanih podataka. Možemo zaključiti da je u neuronska mreža dala bolje rezultate koristeći originalne berzanske podatke.

5. ZAKLJUČAK

Predviđanje pravca kretanja indeksa je veoma važno za razvoj efikasnih strategija poslovanja na finansijskim tržištima. Stanje akcija predstavlja jedan od najvažnijih parametara u akcionarskim društvima i u razvijenim ekonomijama. Ona predstavlja odraz uspešnosti poslovanja kompanije. S druge strane, stanje indeksa je bazični pokazatelj i za investitore koji na osnovu njegove vrednosti određuju opravdanost svog ulaganja i buduće investicione odluke. Zadatak predviđanja i procene odgovarajućih akcija je veoma komplikovan i težak, i nosi sa sobom dosta rizika.

Cilj ovog rada je da se predvidi pravac kretanja indeksa S&P500. Korišćene su neuronske mreže višeslojnog perceptrona sa backpropagation algoritmom učenja i različitim parametrima mreže nad normalizovanim i nenormalizovanim podacima. Obuhvaćen je period od 13 godina na mesečnom nivou. Na osnovu rada možemo reći da se neuronska mreža pokazala kao dobar alat za ovakvu vrstu problema. Dobijena vrednost greške u modelima ispunila je očekivanja i u skladu je sa velikim brojem sličnih studija. Ipak pokazano je da i složeniji modeli mogu dati bolje rezultate i da je njihova tačnost veća kad se mreža testira nad originalnim podacima. Takođe, došli smo do zaključka da je procentualna greska adekvatija za merenje greške u odnosu na srednju kvadratnu grešku prilikom predviđanja trenda. Uzrok ovoga je što se rezultati predstavljaju u formatu {0,1} a to je ujedno i format izlaznih podataka na kojima se neuronska mreža obučava. Dalja istraživanja se mogu usmeriti ka predloženim pravcima: pre uključivanja određenih tehničkih indikatora kao ulaznih podataka mogla bi se sprovesti analiza glavnih komponenti koja bi utvrdila da li su svi indikatori relevantni za proces predviđanja i koji od njih su najvažniji za neuronsku mrežu; takođe, među setom rezultujućih podataka izdvojile su se pojedine vrednosti koje u skoro svakom od mrežnih modela imaju pogrešno predviđen pravac kretanja (po kriterijumu procentualne uspešnosti). Takve vrednosti bi mogle biti smatrane šumom i isključene iz dalje analize ili bi se predhodno mogla sprovesti studija u pronalaženju šuma među podacima.

LITERATURA

- [1] Wensheng, D., Lud, C., Wuc J. (2012). Combining nonlinear independent component analysis and neural network for the prediction of Asian stock market indexes. *Expert Systems with Applications* 39, 4444–4452
- [2] Wang, J.Z., Wang, J.J., Zhang, Z.G., Guo, S.P. (2011). Forecasting stock indices with back propagation neural network. *Expert Systems with Applications* 38, 14346–14355
- [3] Olson D., Mossman C. (2003). Neural network forecasts of Canadian stock returns using accounting ratios. *International Journal of Forecasting* 19, 453–465

- [4] Kim K. (2006). Artificial neural networks with evolutionary instanceselection for financial forecasting. *Expert Systems with Applications* 30, 519–526
- [5] Kara, Y., Boyacioglu, M.A., Baykan, O.K. (2011). Predicting direction of stock price index movement using artificial neural networks and support vector machines: The sample of the Istanbul Stock Exchange. *Expert Systems with Applications* 38, 5311–5319
- [6] Jan, G.D., Hyndman, R.J. (2006). 25 years of time series forecasting. *International Journal of Forecasting* 22, 443 – 473
- [7] Enke, D., Thawornwong, S. (2005). The use of data mining and neural networks for forecasting stock market returns. *Expert Systems with Applications* 29, 927–940
- [8] De Faria, E.L., Albuquerque, M.P., Gonzalez, J.L., Cavalcante, J.T.P., Albuquerque, M.P. (2009). Predicting the Brazilian stock market through neural networks and adaptive exponential smoothing methods. *Expert Systems with Applications* 36, 12506–12509
- [9] Chang, P.C., Wang, D.D., Zhou, C. (2012). A novel model by evolving partially connected neural network for stock price trend forecasting. *Expert Systems with Applications* 39, 611–620
- [10] Bildirici, M., Ersin, O.O. (2009). Improving forecasts of GARCH family models with the artificial neural networks: An application to the daily returns in Istanbul Stock Exchange. *Expert Systems with Applications* 36, 7355–7362



STRATEGIJE JAČANJA ODNOSA SA KUPCIMA U ELEKTRONSKIM KANALIMA MARKETINGA

STRATEGIES FOR STRENGTHENING RELATIONSHIPS WITH CUSTOMERS IN THE ELECTRONIC MARKETING CHANNELS

JELENA KONČAR¹

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet Subotica, Subotica, jkoncar@ef.uns.ac.rs

Rezime: *Sistemi odnosa sa kupcima u elektronskim kanalima marketinga omogućuju kroz Internet tehnologiju skladištenje svih informacija o kontaktima sa kupcima. CRM u suštini predstavlja tehnologiju baze podataka, gde postoje izuzetne mogućnosti pronalaženja potreba kupaca i diferenciranja proizvoda i usluga na osnovama svakog pojedinačnog kupca, kao jedinstvene osobe. Ovaj rad ukazuje na značaj elektronskih menadžment odnosa sa kupcima (e-CRM), kroz tehnologije digitalnih komunikacija, a sve sa ciljem maksimiranja prodaje postojećim kupcima.*

Ključne reči: *elektronski kanali marketinga, strategije e-kanala, CRM, e-CRM.*

Abstract: *Systems of relationships with customers in electronic marketing channels are allows, through Internet technology, to store all of contact information with customers. CRM is technology database where there are great opportunities to find customer's needs and differentiation of products and services on the basis of each customer, as unique individuals. This paper highlights the importance of electronic customer relationships management (e-CRM), through the technology of digital communication, with a goal of maximizing sales to existing customers.*

Keywords: *electronic marketing channels, e-channel strategies, CRM, e-CRM.*

1. UVOD

Strategije jačanja odnosa sa kupcima u elektronskim kanalima marketinga obuhvataju specifične ciljeve i pristupe u komuniciranju putem novih kanala, što olakšava transakcije između poslovnih subjekata i kupaca. Strategije e-kanala definišu način na koji se koriste elektronski kanali u zajedništvu sa drugim kanalima, kao deo multikanalne strategije e-poslovanja (Chaffey, 2011). Kao rezultat takvog strateškog razvoja, multikanalnim strategijama kompanije ostvaruju održive konkurentske prednosti u uslovima sve veće globalizacije.

Strategije jačanja odnosa sa kupcima u elektronskim kanalima marketinga zahtevaju odgovore na sledeća pitanja:

- Koji su pristupi perspektivnoj strategiji jačanja odnosa sa kupcima u elektronskim kanalima marketinga?
- Koje opasnosti proizlaze iz odnosa sa kupcima u elektronskim kanalima marketinga?
- Koje probleme nosi sa sobom strategija jačanja elektronskih odnosa sa kupcima?
- Da li postoji jasan stav i vizija o ciljevima jačanja elektronskih odnosa sa kupcima (e-CRM)?

Na formiranje perspektivne strategije jačanja odnosa sa kupcima utiče strategijska analiza, strategijski razvoj i implementacija, koje su sekvencionalno povezane. Strategijskom analizom obuhvaćen je pregled svih internih resursa, neposrednog konkurentskog okruženja (mikrookruženja) i šireg okruženja (makrookruženja). Pri tome se vodi računa o donošenju odluka koje se odnose na strategije elektronskih kanala marketinga. Implementacijom strategija elektronskih kanala marketinga, kroz planiranje aktivnosti i kontrolu potrebnu za ostvarivanje strategijskih ciljeva, treba da se kompletira on-line maloprodaja.

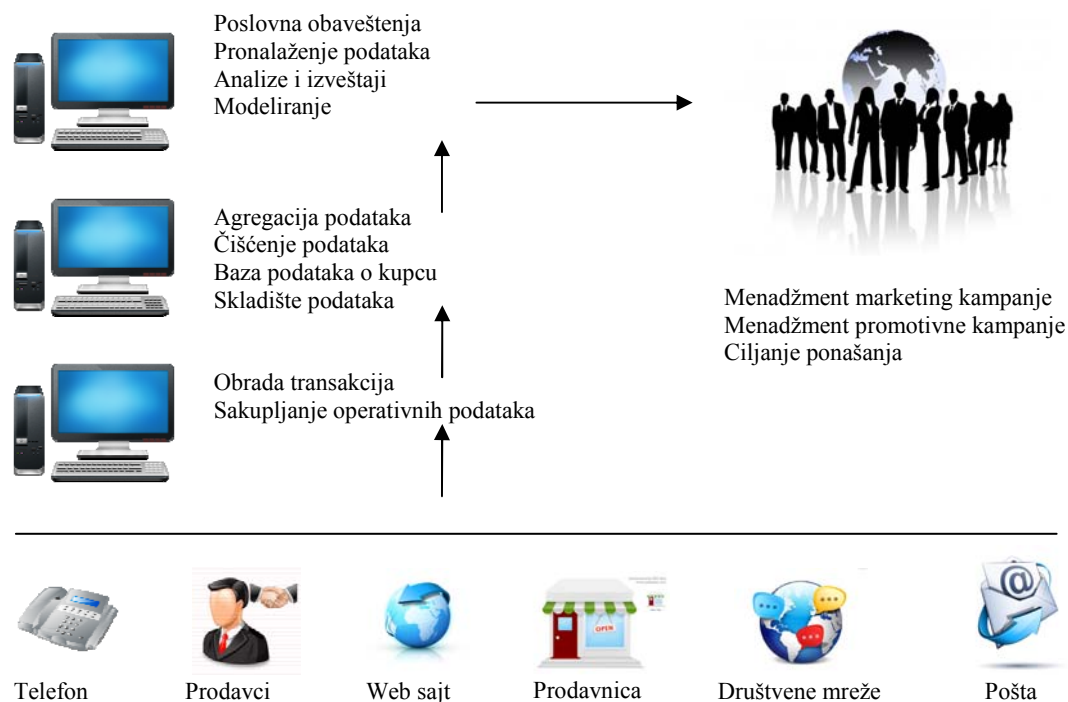
Kod traženja odgovora na postavljena pitanja za strategije jačanja odnosa sa kupcima u elektronskim kanalima marketinga treba poštovati načelo izgradnje i održavanja dugoročnog

poslovanja sa kupcima. Marketing odnosa sa kupcem (Customer Relationship Marketing – CRM) potencira dublje veze zasnovane na prepoznavanju potreba i navika kupaca (Lovreta *et. al.* 2013). Ispunjavanje naraslih potreba kupaca zahteva raznovrsnost ponude kroz primenu multikanalnih strategija, kako bi se dostigli određeni segmenti kupaca na globalnom tržištu.

2. STRATEGIJSKI SISTEM MENADŽMENT ODNOSA SA KUPCEM

CRM je pristup pružanja usluge kupcu koji se fokusira na izgradnji dugoročnih i održivih odnosa sa kupcem, predstavlja dodatnu vrednost, kako za kupce, tako i za prodavce (Turban, *et. al.* 2012). CRM obuhvata strategijski sistem izgradnje i održavanja dugoročnih odnosa sa kupcima. Nove tehnološke aplikacije predstavljaju osnovu i ključne elemente u menadžmentu odnosa sa kupcima (CRM). Sistemi menadžmenta odnosa sa kupcima (CRM) su skladišta informacija i zapisa o svim kontaktima sa kupcima, čime se omogućuje stvaranje profila svakog pojedinačnog kupca.

Kroz “kupčeve tačke dodira” (npr. preko Web-a, telefonskih centrala, predstavnika prodaje, sistema automatizovanih glasovnih odgovora, automata i kioska, POS terminala prodavnica i mobilnih uređaja) dolazi do komunikacionog povezivanja. Naredni slikovni prikaz broj 1 ilustruje kako se u sistemu CRM integrišu tačke dodira sa kupcem u jedinstveni sistem (Laudon, Traver, 2013).



Tačke dodira sa kupcem

Slika 1: Sistem CRM

Sistem CRM predstavlja tehnologiju baze podataka gde su stvorene mogućnosti za diferenciranje proizvoda i usluga prema potrebama svakog pojedinačnog kupca, zahvaljujući tačkama dodira sa kupcima. Definisanjem profila kupca, sistem CRM stvara uslove za identifikovanje i pridobijanje profitabilnih kupaca uz stalno poboljšavanje i zadržavanje lojalnih kupaca.

Danas, različite Internet marketing strategije obezbeđuju ulaz na tržište kroz aktivnosti privlačenja, zadržavanja i praćenja kupaca. Zahvaljujući Web-u dolazi do obogaćenih komunikacija i veće interaktivnosti između kompanija ponuđača i kupaca. U osnovi radi se o novom motivisanju kupaca da istražuju interaktivno marketing komunikacije i da interaktivno saraduju sa organizacijama, što predstavlja jedan od najvećih izazova u eri interaktivnosti.

Web sajt treba da ima određeni potencijal privlačenja i interakcije sa relativno velikim brojem potencijalnih kupaca. Stoga, Web sajt treba da bude odličan mamac, pri čemu njegova snaga leži u interaktivnosti saradnje sa kupcima.

Koncepcija marketinga "jedan na jedan" se zasniva na korišćenju potrošačevih baza podataka i interaktivnih komunikacija za prodaju proizvoda i usluga kupcima. Navedena marketing koncepcija predstavlja jedan od tipova menadžment odnosa sa kupcima koji uključuje koncept lojalnosti i poverenja, gde kompanije svoje ponašanje usmeravaju ka individualnom potrošaču sa osnovnom idejom tretiranja svakog pojedinačnog potrošača na potpuno različite načine.

Izgradnja međudnosa jedan na jedan zahteva od kompanije neprestano interaktivno saradivanje sa potrošačima pojedinačno. Potrošač kroz interaktivnost i ponovno prilagođavanje dobija proizvode koji su usaglašeni sa njegovim potrebama.

3. STRATEGIJE JAČANJA ELEKTRONSKOG MENADŽMENT ODNOSA SA KUPCIMA (E-CRM)

Elektronski menadžment odnos sa kupcem (e-CRM) upotrebom tehnologija digitalnih komunikacija obezbeđuje isporuku informacija prilagođenog sadržaja prema zahtevima svakog pojedinca. Interaktivna priroda Web-a omogućuje razvijanje odnosa sa kupcima, a sve u cilju poboljšanja personalizovanih usluga, pri čemu baze podataka pružaju osnovu za memorisanje podataka o odnosima sa kupcima. U osnovi, razlikuje se sedam koraka u definisanju pristupnih strategija jačanja elektronskog menadžment odnosa sa kupcima:

- Strukturno vezivanje – omogućuje kupcima da koriste logističke pogodnosti, npr. poznata američka veletrgovina, McKesson Chemical je još odavno razvijala sisteme otvorenog naručivanja dajući bolničkim apotekama svoje terminale, što je danas znatno olakšano upotrebom Interneta.
- Vezivanje kroz informacije i kontrolu - obuhvata informatičko vezivanje usmereno na kontrolu procesa davanja usluga. Tako, na primer, kupci mogu pratiti preko svojih ekrana knjigu poručenu preko Amazon.com, ili pošiljke preko Fedex-a, odnosno UPS-a, prate stanje na svojim računarima u elektronskom bankarstvu i slično.
- Vezivanje za robnu marku – stvara "klub" lojalnih kupaca koji insistiraju da kupe određeni proizvod ili uslugu. Coca-Cola je 1985. godine napravila redizajn pakovanja, usled slabijih rezultata u odnosu na Pepsi. Nakon 79 dana kampanje, nova srebrno-crvena limenka je povučena, a stara crveno bela vraćena u prodaju.
- Vezivanje putem stavova – razvijanjem međusobnog poverenja i povezivanja zaposlenih i kupaca na opštem nivou. Britanski lanac za prodaju klasičnih odela John Collier je početkom osamdesetih otkupljen od konkurentske konfekcije Burton's zato što zaposleni nisu mogli da se odvoje od prodaje tradicionalno šivenih odela.
- Lično vezivanje – vezivanje kupaca za ličnost prodavca u veleprodaji i maloprodaji. Istraživanja su ukazala da postoje male, ali statistički značajne razlike u odgovorima onih koji duže od četiri godine održavaju odnos sa određenom trgovinom.
- Vrednosno vezivanje – obuhvata kompanije koje primenjuju različite šeme lojalnosti. Tako, na primer, kupci u Beogradu vredno sakupljaju tačkice kupovinom preko Mercator kartica da bi na taj način ostvarili popust ili poklon.
- Vezivanje zbog nedostatka druge ponude – uobičajeno je za komunalne sisteme i infrastrukturne usluge. Ta prednost sa ukidanjem monopola brzo nestaje i kupci se lako preorijentišu na nove televizijske programe ili provajdere telefonskih usluga (Lovreta, 2010).

Pri izboru strategija jačanja elektronskog menadžment odnosa sa kupcima veoma je bitno da kompanija sagleda konkurentsku strukturu tržišta, kao i da izabere i definiše ključne osnove pridobijanja i vezivanja svojih kupaca. U osnovi proces e-CRM se sastoji iz tri faze: a) prikupljanje podataka (npr. Web sajtevi, e-mail, interakcija sa call centrom i putem tradicionalnih kanala), b) agregiranje podataka (podaci o potrošačima se sakupljaju i pretvaraju u informacije), i c) proces e-CRM se završava interakcijom sa potrošačima. Kompanije koje primenjuju e-CRM su veoma inovativne u odnosu na svoje konkurente, razvijajući novi kanal nastupa na tržištu (Internet).

Danas je veoma teško odgovoriti na pitanje gde prestaje CRM, a gde počinje e-CRM, pošto se radi o integrisanim procesima, koji zahtevaju posebnu i kompletnu kulturu od strane kupaca. Upotrebom Interneta dolazi do uključivanja i integrisanja baza podataka kupca sa Web sajtovima za određene i ciljane personalizovane odnose (Chaffey, 2011).

Web sajt kompanija čini glavni alat za uspostavljanje inicijativnog odnosa sa kupcem. Stoga, danas, trgovci u velikom stepenu razvijaju multikanalske marketing programe, pri čemu se ističu on-line marketing programi, kao najbolji za kupce. Internet tehnologija, kroz strategije zadržavanja kupaca, izgrađuje snažne odnose sa kupcima. U isto vreme, doprinosi i intenzivnom i svestranom umrežavanju članova kanala marketinga i međusobnom uspostavljanju dugoročnih odnosa sa kupcima na globalnom tržištu (Lovreta, *et. al.* 2011).

Primena CRM strategije zahteva stvaranja CRM data warehousea kako bi se uspešno identifikovali i kontaktirali novi kupci i podigli postojeći odnosi sa kupcima. Stvaranjem novog informacionog sistema CRM data warehouse omogućuje se sakupljanje informacija iz mnogobrojnih izvora, što kompanijama stvara mogućnost da budu uspešnije u ostvarivanju dugoročnog koncepta Relationship marketinga (Končar, 2009).

Jedan na jedan personalizovani marketing predstavlja segmentiranje tržišta zasnovano na preciznim i vremenski razumljivim potrebama pojedinaca, ciljajući specifične marketing poruke za te pojedince, a zatim, pozicionirajući proizvode u odnosu na konkurenciju tako da budu zaista jedinstveni (Turban, 2012). Takva forma marketing segmentiranja ciljanjem i pozicioniranjem jedan na jedan segmentira tržište prema personalizovanim pojedincima. Web zasnovane tehnike koriste znatno više individualnog znanja i personalizacije u odnosu na tradicionalne masovne medije.

Umesto diferenciranja na globalnom tržištu, savremene kompanije se diferenciraju pred kupcem, personalizujući svaku pojedinačnu ponudu pomoću standardnih marketinških instrumenata koje je lako kopirati (Lovreta, 2010). Time se konkurencija stalno obnavlja što omogućuje transparentnost Interneta, a to je ujedno jedan od ključnih izazova eCRM.

Prilagođavanjem se stvaraju mogućnosti menanja proizvoda, što sve omogućuje kupcima da interaktivno stvaraju proizvod. Prilagođavanje, u osnovi, predstavlja produžetak personalizacije u skladu sa prioritetima svakog pojedinačnog korisnika. Time, zahvaljujući Internet tehnologiji, dolazi do stvaranja diferencijacije proizvoda koja u velikom stepenu utiče na lojalnost kupaca. Za uspostavljanje bolje interaktivnosti sa kupcima koriste se mnogi alati kroz učestala pitanja, inteligentne agente, automatizovane sisteme za odgovore, sisteme za ćaskanje o uslugama kupcima itd.

Marketing mašinama za pretraživanje izgrađuju se i održavaju marke proizvoda, a sve u cilju jačanja svesnosti marke, kako bi se što bolje ostvarili uvidi u kupčeve percepcije. Mašine za pretraživanje pružaju trgovinskim kompanijama mogućnost uvida u modele pretraživanja, pri čemu je posebno bitno istaći značaj ključnih reči za pretragu, kao odgovor na pitanje korisnika. Pažljivim izborom ključne reči na Web stranici, njenim konstantnim ažuriranjem sadržaja i dizajna sajta dolazi do lakog iščitavanja od strane programa mašina za pretraživanje, čime se poboljšava Web program celokupnih marketing aktivnosti. Veoma je bitno da su trgovci sigurni da ključne reči koje koriste na svojim Web sajtovima odgovaraju ključnim rečima koje se najviše koriste od strane perspektivnih kupaca u samom pretraživanju.

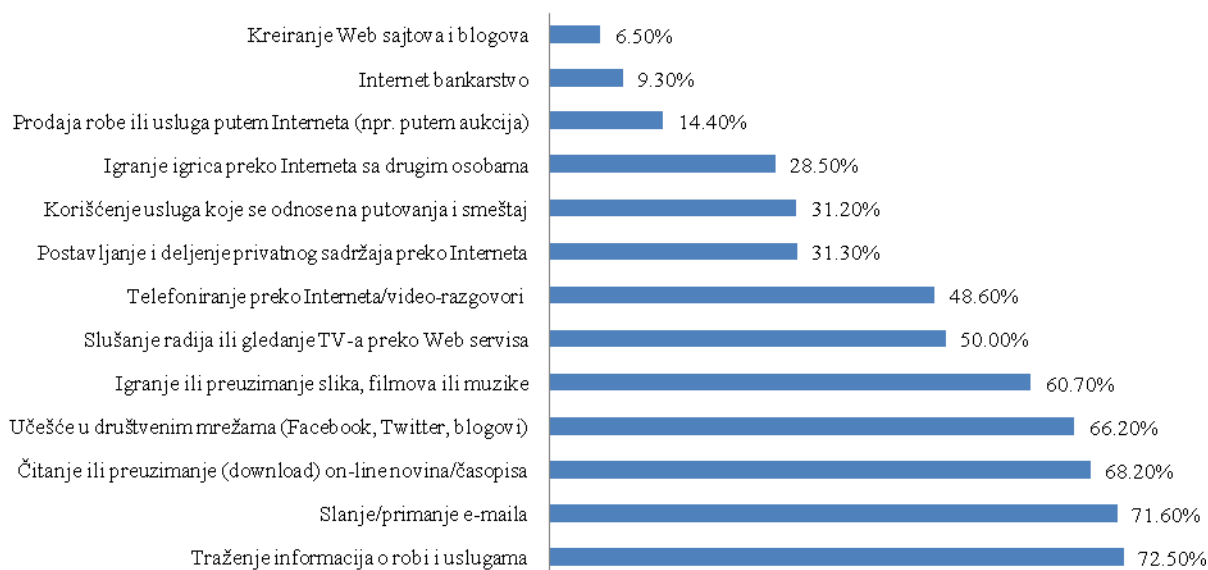
Strategijama marketing odobravanja trgovinske kompanije dobijaju dozvole od potrošača, što čini ključnu komponentu e-maila. Radi se o strategiji dobijanja odobrenja od strane potrošača, pre slanja informacija i promotivnih poruka.

Na osnovu iznetog, jasno se uočava uloga Interneta u strategiji rasta trgovine na globalnom tržištu. Internet u savremenim uslovima predstavlja novu i ključnu ulogu u strategiji razvoja elektronskih kanala marketinga. Razvoj dugoročnih odnosa sa kupcima putem Interneta je cilj kompanije koja ima nameru da strategijski razvija poslovanje kroz elektronsku trgovinu. Internet doprinosi restrukturiranju kanala marketinga i razvija nove odnose između učesnika u kanalima. Tako, prema poslednjim podacima (za 2012.) u Republici Srbiji 47,5% domaćinstava poseduje priključak za Internet, što čini povećanje u odnosu na prethodnu godinu za 6,3%. Zastupljenost priključka za Internet je najveća u Beogradu i ona iznosi 60,5%, u Vojvodini je 49,3%, a u centralnoj Srbiji 40,6% (Republički zavod za statistiku, 2013). Navedeni podaci ukazuju da je zastupljenost Interneta veća u urbanom nego u ruralnom delu Srbije, mada se navedene razlike sve više smanjuju. Pojedinci, inače, najviše koriste Internet kod kuće za slanje i primanje e-mail poruka. Naredni slikovni prikaz broj 2. ukazuje na tipove korišćenja Interneta u privatne svrhe u 2012. godini u Republici Srbiji.

Na osnovu navedenog slikovnog prikaza može se uočiti kako je tekla evolucija razvoja i korišćenja Interneta u Republici Srbiji. Trgovci putem Interneta sada imaju stalni uvid u kretanje robe, kao i u ponašanje potrošača.

Kao rezultat navedenog razvoja, strategije kanala, a posebno multikanalne strategije, trgovina dobija sve veću ulogu i značaj u održavanju i ostvarivanju konkurentskih prednosti na globalnom

tržištu. Radi toga se mora posvetiti pažnja razvoju multikanalne strategije, koja rezultira setom kanala marketinga koji proizvode i usluge čine dostupnim kupcima u svakom momentu (Rosenbloom, 2013). U procesima globalizacije tržišta i izgradnje novih tržišnih struktura koje nastaju u uslovima primene nove elektronske tehnologije na aktuelnosti sve više dobijaju strategije višestrukih kanala marketinga.



Slika 2: Tipovi korišćenja Interneta (u privatne svrhe) u poslednjih tri meseca (Republički zavod za statistiku, 2013)

Međutim, e-CRM je doneo i određene probleme kompanijama prilikom primene. Potencijalni problemi korišćenja e-CRM odnose se na: tehničke probleme (paket e-CRM softvera treba da odgovara konkretnoj kompaniji), integracione probleme (integracija e-CRM softvera je izuzetno skupa), organizacione probleme (implementacija e-CRM traži restrukturiranje organizacije), i probleme sa merenjem performansi (kako pravilno meriti koristi e-CRM).

Na osnovu iznetog može se zaključiti da sakupljanje podataka putem e-CRM predstavlja pravni i etički rizik u poslovanju. Stoga, je bitno naglasiti da su prednosti u odnosu na nedostatke e-CRM velike i da kompanije u savremenom poslovnom svetu osvaruju konkurentske prednosti njegovom primenom.

4. ZAKLJUČAK

Internet u velikom stepenu doprinosi razvoju novih odnosa između učesnika u kanalima marketinga. Razvoj Interneta menja strukturu tradicionalnih kanala marketinga i doprinosi njihovom elektronskom umrežavanju na globalnom tržištu. Upotreba Interneta u elektronskom menadžmentu odnosa sa kupcima (e-CRM) karakteriše integrisanje baza podataka kupaca sa Web sajtevima, radi ostvarenja ciljane personalizacije. Uspešna globalna strategija jačanja odnosa sa kupcima zahteva izgradnju nove strukture elektronskih kanala marketinga.

LITERATURA

- [1] Chaffey, D. (2011). *E-Business & E-Commerce Management, Strategy, Implementation and Practice* (5th ed.). Pearson. p. 244.; p. 456.
- [2] Končar J. (2009). *Menadžment odnosa sa kupcem u direktnom marketingu*. Subotica: Anali Ekonomskog fakulteta u Subotici, broj 21. str. 122.
- [3] Laudon, K.C., & Traver, C.G. (2013). *E-commerce 2013, Business. Technology. Society*. (9th ed.). Pearson. p. 449.
- [4] Lovreta, S., Berman, B., Petković, G., Veljković, S., Crnković, J., Bogetić, Z. (2010). *Menadžment odnosa sa kupcima*. Beograd: Ekonomski fakultet u Beogradu, Data Status. str. 107-108. str. 368.

- [5] Lovreta, S., Končar, J., Petković, G. (2011). "Strategije izgradnje strukture kanala marketinga u funkciji jačanja konkurentnosti srpske privrede". Novi metodi menadžmenta i marketinga u podizanju konkurentnosti srpske privrede. Beograd: Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu. str. 33.
- [6] Lovreta, S., Končar, J., Petković, G. (2013). Kanali marketinga, Trgovina i ostali kanali (5. dopunjeno izdanje). Beograd: Univerzitet u Beogradu Ekonomski fakultet Centar za izdavačku delatnost. Subotica: Ekonomski fakultet Subotica. str. 210.
- [7] Rosenbloom B. (2013). Marketing Channels, A Management View, International Edition South-Western, Cengage Learning, p. 6.
- [8] Turban, E., King, D., Lee, J., Liang, T-P., & Turban, D. (2012). Electronic Commerce 2012, A Managerial and Social Networks Perspective. (7th Ed.). Pearson. p. 369.
- [9] Republički zavod za statistiku (2013). Upotreba informaciono-komunikacionih tehnologija u Republici Srbiji, 2012. Beograd: RZS



OCENA PERFORMANSI TEHNOLOGIJE U PREDUZEĆU „TELEKOM SRBIJA“

PERFORMANCE EVALUATION OF TECHNOLOGIES IN “TELECOM SERBIA“

JASNA PETKOVIĆ, MARIJA ĐORĐEVIĆ, JOVANA KOJIĆ

Fakultet organizacionih nauka, Beograd, jasna.petkovic@fon.rs, marija.djordjevic1009@gmail.com, jovana.kojic@fon.bg.ac.rs

Rezime: Metodu Matrice ciljeva razvio je J. Riggs za ocenu produktivnosti u organizaciji. Matrica ciljeva se može koristiti za sagledavanje produktivnosti u preduzeću nakon što je uvedena nova tehnologija. Osnovna prednost ove matrice (kada je reč o sagledavanju efekata primene novih tehnologija) sastoji se u tome što se oba aspekta - efikasnosti i efektivnosti - u odnosu na produktivnost mogu uključiti u kvantitativno razmatranje na taj način što je izvršena dekompozicija ili dezagregacija sveukupnih faktora produktivnosti. Intenzivan razvoj usluga danas zahteva od poslovnih subjekata kontinuirani rad na inovacijama i uvođenju novih tehnologija u svoje poslovanje, posebno u cilju obezbeđenja što višeg nivoa usluga korisnicima/klijentima. Zbog toga je praćenje uticaja inovacija i novih tehnologija na promene produktivnosti uslužnih organizacija od posebne važnosti. Ovaj rad će prikazati primer primene Matrice ciljeva za potrebe praćenja produktivnosti uslužnog preduzeća iz oblasti telekomunikacija koji ovo potvrđuju.

Ključne reči: Produktivnost, usluge, telekomunikacije, matrica ciljeva, metod, mobilna telefonija.

Abstract: Objectives Matrix Method is developed by J. Riggs for rating productivity inside an organization. Objectives Matrix can be used for viewing productivity in an organization after new technology introduction. Speaking of viewing effects of new technologies, main advantage of this matrix is that both aspects related to productivity- efficiency and effectiveness, can be taken into quantitative consideration by decomposing of overall productivity factors. Today intensive development of services demands continuous work on business innovations and new technology introductions, particularly in order to provide higher level of services offered to users/clients. Therefore it is of great importance to follow impact of innovations and new technologies on productivity changes in service providing organizations. First of all Objectives Matrix Method is developed for measuring productivity in manufacturing. However, careful selection of productivity factors inside the matrix allows us to apply it successfully to services as well, using all of its advantages for tracking efficiency and effectiveness of providing services. In this paper we are going to show examples of successful Objective Matrix application for tracking productivity of firm which provide telecommunication services

Keywords: Productivity, services, telecommunication, Objectives Matrix, Method, mobile telephony.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Primene OI u odbrani



ANALITIČKI HIJERARHIJSKI PROCES KAO PODRŠKA PROCESU VREDNOVANJA LOKACIJE ZA SKELSKO MESTO PRELAZA

ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AS SUPPORT TO THE PROCESS OF EVALUATION OF LOCATION FOR A FERRY CROSSING PLACE

DARKO BOŽANIĆ¹, DRAGAN PAMUČAR², BOBAN ĐOROVIĆ³

¹ Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija, dbozanic@yahoo.com

² Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija, dpamucar@gmail.com

³ Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija, lukema@ptt.rs

Rezime: *Neposredno sa razvojem teorije vrednovanja razvijali su se i modeli vrednovanja. Različiti ciljevi vrednovanja i druge razlike u čitavom postupku uticali su i na razvijanje većeg broja modela prilagođenih različitim zahtevima. U radu je izvršen izbor optimalne lokacije za skelsko mesto prelaska vodenih prepreka primenom analitičkog hijerarhijskog procesa.*

Ključne reči: *analitički hijerarhijski proces, odlučivanje, vodena prepreka, skelsko mesto prelaska.*

Abstract: *Directly with the development of the evaluation theory, the evaluation models were being developed. Different goals of evaluation and other differences in the entire process influenced the development of numerous models adapted to different requests. The paper presents the selection of an optimal location for a ferry place for crossing water obstacles by using Analytic hierarchy process.*

Keywords: *Analytic hierarchy process, decision making process, water obstacle, ferry crossing place.*

1. UVOD

Vodene površine su vrlo često predstavljale veliku prepreku kretanju. Zbog toga su se uporedo sa razvojem ljudskog društva razvijala i specijalna sredstava za savlađivanje vodenih prepreka. Uvođenjem specijalnih sredstava za savlađivanje vodenih prepreka problem prelaska sa jedne na drugu obalu je u velikoj meri olakšan, ali ne u potpunosti rešen. Prelazak sa jedne na drugu obalu, kao problem, nije retka pojava i u Srbiji, čak i u mirnodopskim uslovima, posebno kada se radi o dve najveće reke Dunavu i Savi. U ratnom stanju, pod protivničkim dejstvom, prelazak vodenih prepreka dobija još veći značaj.

Najznačajnije specijalno sredstvo namenjeno savlađivanju vodenih prepreka, koje se nalazi u formaciji Vojske Srbije, je pontonski park PM M-71. Navedeni pontonski park čini skup elemenata (plovni i krajnji pontoni, remorkeri i motornih vozila za transport pontona) od kojih je moguće praviti skele odnosno pontonske mostove raznih nosivosti. Zavisno od toga na koji način se obezbeđuje prelaz sa jedne na drugu obalu moguće je razlikovati mosna mesta prelaska (MMP) i skelska mesta prelaska (SMP). Pod SMP podrazumeva se vrsta mesta prelaska reke organizovanog i urednog za prevoženje jedinica i tehničkih materijalnih sredstava skelama (Vojni leksikon, 1981). Ono je deo odseka prelaska prepreke i organizuju ga i sprovode jedinice specijalizovane za ovakve aktivnosti - pontonske i amfibijske jedinice Vojske Srbije (Vojni leksikon, 1981). Skelsko mesto prelaska, nakon obezbeđenja neophodnih uslova može prerasti u MMP.

Pored specijalno namenjenih sredstava za savlađivanje vodenih prepreka ljudski faktor je i dalje nezaobilazan element koji u velikoj meri utiče na krajnji ishod borbenih dejstava. Svoje uticaje ljudski faktor ispoljava kroz donošenje niza odluka. Tako je prilikom organizacije SMP važna odluka optimalan izbor lokacije na kojoj će biti uspostavljeno SMP. Značaj ovakvog problema može se uvideti iz događaja 1999. godine kada su se NATO snage "veoma revnosno" posvetile uništavanju mostova u Srbiji i na pojedinim lokacijama potpuno paralisale saobraćaj što je organizaciju života u takvim uslovima činilo veoma teškim (Božanić *at al.* 2010).

U radu je prikazan model kojim se unapređuje proces donošenja odluke prilikom izbora lokacije za SMP. Donošenje odluke o izboru mesta za organizovanje SMP vrši se rangiranjem ponuđenih lokacija. Ako bi postojala samo jedna lokacija problem oko donošenja odluke bio bi sveden na prihvatanje odnosno

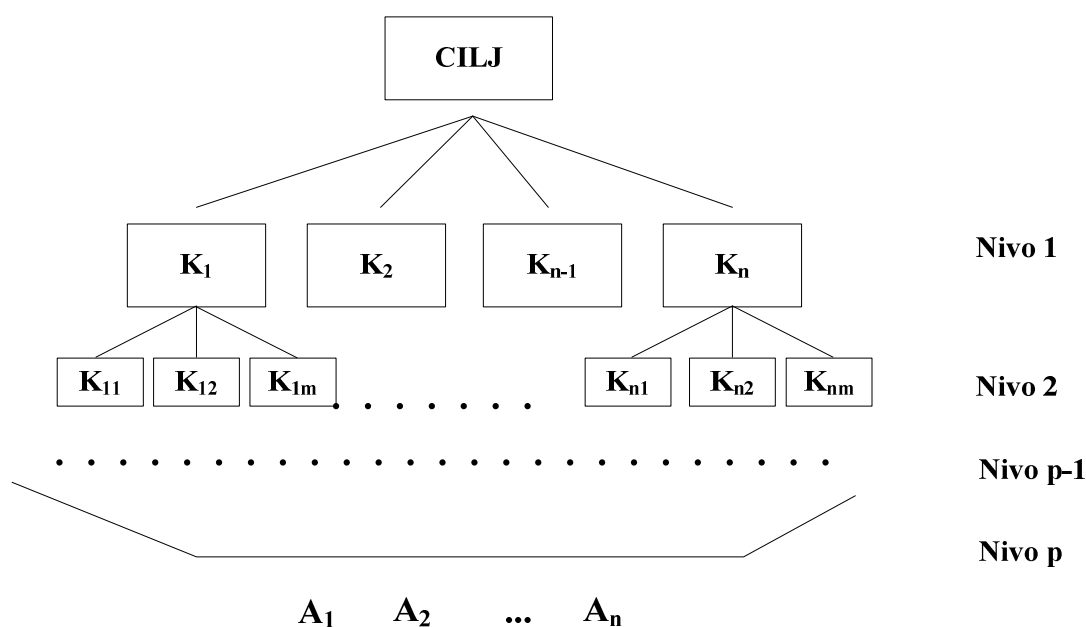
odbacivanje te lokacije. Obično, pred licima koja ovakvu odluku treba da donesu nalazi se više lokacija gde ona treba da izvrše rangiranje ponuđenih i odabir najpovoljnije. Rangiranje alternativa - lokacija za SMP izvršeno je primenom Analitičkog hijerarhijskog procesa (Analytic Hierarchy Process – AHP).

2. ANALIZA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

U radu (Božanić *at al.* 2010) prikazan je model procene lokacija za SMP primenom fuzzy logike. U navedenom radu izrađen je fuzzy logički sistem koji ima četiri ulaza (kriterijuma) i jedan izlaz (preferenciju odluke). Navedenim modelom je izvršeno rangiranje izabranih lokacija. Dva kriterijuma koja su data u tom modelu su veoma složena i moguće ih je razložiti na više podkriterijuma čime bi se došlo do preciznijeg rangiranja, a što je već naglašeno u zaključku navedenog rada. Međutim, razlaganje na veći broj kriterijuma učinilo bi fuzzy logički sistem isuviše glomaznim i kompleksnim za definisanje, pa se zbog toga u ovom radu prešlo na primenu metode AHP, koja omogućava relativno jednostavan rad sa velikim brojem kriterijuma.

3. ANALITIČKI HIJERARHIJSKI PROCES

Tehnika koja se često koristi u oblasti višekriterijumskog odlučivanja je Analitički hijerarhijski proces. Zasniva se na razlaganju složenog problema u hijerarhiju, sa ciljem na vrhu, a kriterijumima, podkriterijumima i alternativama na nivoima i podnivoima hijerarhije, slika 1. (Saaty 1980).



Slika 1. Hijerarhijski model AHP

Proces modelovanja primenom AHP podrazumeva četiri faze (Čupić and Suknović 2008):

- Strukturiranje problema
- Prikupljanje podataka
- Ocenjivanje relativnih težina
- Određivanje rešenja problema

U sklopu prve faze vrši se dekomponovanje problema odlučivanja u seriju hijerarhija (Čupić and Suknović 2008), slika 1., tj. nakon definisanja cilja, utvrđuju se kriterijumi od kojih taj cilj zavisi. Na dnu hijerarhije nalaze se alternative, gde donosioci odluke definišu alternativna rešenja uz prethodno odbacivanje onih koja ne zadovoljavaju definisane kriterijume. Broj kriterijuma kao i broj nivoa hijerarhije nisu ograničeni, već zavise od kompleksnosti problema odlučivanja koji se razmatra.

Drugu fazu karakteriše izrada matrica upoređivanja po parovima koja odgovara svakom nivou hijerarhije. Poređenje po parovima vrši se shodno prikupljenim podacima i njihovim merenjem, ali i sopstvenim verovanjima, procenama ili iskustvima onih koji vrše ocenjivanje (Čupić and Suknović 2008). Za poređenje kriterijuma postoji više preferentnih skala, ali je najčešće primenljivana Saaty-jeva skala (tabela 1.), koja se smatra standardom za AHP.

Na osnovu dobijenih matrica u prethodnoj fazi, dalje se vrši ocenjivanje relativnih težina kriterijuma gde se kao krajnji rezultat dobijaju normalizovani i jedinstveni sopstveni vektori za sve kriterijume na svakom

nivou hijerarhije (Čupić and Suknović 2008). Za njihov proračun, kao alat, često se koristi softverski paket Expert Choise, koji pored navedenog može da prati kompletan proces primene AHP. Pored Expert Choise paketa proračun se može vršiti i primenom aproksimativnog postupka rešavanja (Nikolić i Borović 1996).

Tabela 1: Saaty-jeva skala za poređenje u parovima

Standardne vrednosti	Definicija
1	Isti značaj
3	Slaba dominantnost
5	Jaka dominantnost
7	Vrlo jaka dominantnost
9	Apsolutna dominantnost
2, 4, 6, 8	Međuvrednosti

$$S = \left\{ \frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \right\} \quad (1)$$

Kroz poslednju fazu vrši se poređenje alternativa u parovima, kroz svaki kriterijum/podkriterijum. Po svakom kriterijumu dobijaju se određene vrednosti kriterijumske funkcije na osnovu kojih se alternativna rešenja rangiraju. Nakon ovoga određuje se sveukupni poredak alternativa u sistemu (Nikolić i Borović 1996).

Analički hijerarhijski proces predstavlja metod naučne analize scenarija i donošenja odluka konzistentnim vrednovanjem hijerarhija. AHP je do sada primenjivan u raznim oblastima strateškog menadžmenta i alokacije resursa, tamo gde odluke imaju dalekosežan značaj i gde je donosiocima odluka potreban kvalitetan i pouzdan savet u fazi razmatranja alternativa i utvrđivanja njihovih efekata u odnosu na postavljene ciljeve. Naučni kapacitet AHP dokazuju brojne disertacije na prestižnim svetskim univerzitetima i mnogi naučni radovi na naučnim konferencijama i u časopisima.

Rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja primenom ove metode pruža mogućnost da iz skupa ponuđenih alternativa izaberemo onu koja je dominantna po više kriterijuma.

4. DEFINISANJE KRITERIJUMA, RANGIRANJE ALTERNATIVA I TESTIRANJE MODELA

Podaci o potencijalnim lokacijama za SMP prikupljaju se izviđanjem. Na osnovu tih podataka sledi formulisanje alternativnih rešenja. Tom prilikom se vrši odbacivanje onih rešenja koja ne zadovoljavaju definisane kriterijume. Kriterijumi na osnovu kojih se vrši vrednovanje alternativa/lokacija za SMP u osnovi su preuzeti iz rada (Božanić *at al.* 2010), ali su dodatno razrađeni i prošireni. Kriterijumi na osnovu kojih će se vršiti rangiranje alternativa su:

K₁ - Kapacitet prilaznih puteva. Kroz ovaj kriterijum sagledavaju se mogućnosti prilaznih puteva za nesmetano marševanje jedinica do SMP na sopstvenoj obali, odnosno, odlazak jedinica sa SMP na suprotnoj obali do povratka na pravac dejstva jedinica.

K₁₁ – Prilazni putevi koji vode do bližeg rejona SMP. Pod ovim kriterijumom podrazumeva se sagledavanje postojećih puteva kojima je moguće obezbediti marševanje jedinica do SMP - do izrađenog privremenog vojnog puta odnosno u idealnim okolnostima do same ulazno-izlazne rampe na sopstvenoj obali. Kroz ovaj kriterijum ceni se nekoliko elemenata: nosivost, broj i kapacitet prilaznih puteva, položaj puteva u odnosu na prepreku (upravni ili rokadni), kao i mogućnost zaštite i maskiranja sredstava pored puta.

K₁₂ – Prilazni putevi koji vode od bližeg rejona SMP. Pod ovim kriterijumom podrazumeva se sagledavanje postojećih puteve kojima je moguće obezbediti marševanje jedinica od SMP odnosno od izrađenog privremenog vojnog puta (u idealnim okolnostima do same ulazno-izlazne rampe) na suprotnoj obali. Kroz ovaj kriterijum cene se isti elementi kao i u prethodnom slučaju, stim što je ovde reč o suprotnoj obali.

K₂ – Obim radova na uređenju SMP. Kroz ovaj kriterijum sagledava se obim radova koje je potrebno izvršiti na obe obale radi uspostavljanja SMP. U idealnim okolnostima moguće je postojanje uređenih SMP što bi u realnoj situaciji bila retkost.

K₂₁ – Obim radova na uređenju ulazno-izlaznih rampi na sopstvenoj obali. Kroz ovaj kriterijum sagledava se obim neophodnih radova za izradu ulazno-izlaznih rampi na sopstvenoj obali. Obim radova zavisiće od nagiba i visine obale, kao i sastava tla na mestu gde se izrađuju rampe. Pored toga na obim radova utiču pošumljenost zemljišta i vremenski uslovi u kojima će se radovi odvijati.

K₂₂ – Obim radova na uređenju ulazno-izlaznih rampi na suprotnoj obali. Opis kriterijuma je isti kao i u prethodnom slučaju, stim što je u ovom slučaju reč o suprotnoj obali.

K₂₃ – Obim radova na povezivanju ulazno-izlaznih rampi sa prilaznim putevima na sopstvenoj obali. Pod ovim kriterijumom procenjuju se radovi koje je potrebno sprovesti na izradi, opravci ili rekonstrukciji privremenih vojnih puteva od ulazno-izlaznih rampi do prilaznih stalnih puteva na sopstvenoj obali. Obim ovih radova zavisi prvenstveno od toga da li postoje već izrađeni putevi (kolski, privremeni vojni putevi i sl.) odnosno da li je potrebna njihova rekonstrukcija ili ponovna izrada. Na ovu komponentu utiču rastojanje od obale do stalnih puteva, sastav tla i daljina pozajmišta materijala potrebnih za izradu privremenih vojnih puteva. Ovaj uslov važan je prvenstveno zbog toga što nije moguće uspostaviti SMP dok se ulazno-izlazne rampe ne izrade i spoje sa stalnim prilaznim putevima. Stoga, ovaj uslov direktno utiče na vreme koje je potrebno za uspostavljanje SMP.

K₂₄ – Obim radova na povezivanju ulazno-izlaznih rampi sa prilaznim putevima na suprotnoj obali. Opis kriterijuma je isti kao i u prethodnom slučaju, stim što je u ovom slučaju reč o suprotnoj obali.

K₃ – Vreme trajanja jedne ture prevoženja. Ovaj kriterijum obuhvata prevoženje (ukrcavanje, otiskivanje, plovidbu na suprotnu obalu, pristajanje i iskrcavanje) otiskivanje, plovidbu do vlastite obale i pristajanje na sopstvenoj obali. Trajanje jedne ture proračunava se po obrascu:

$$T = 2 \otimes H / D \otimes (1 + KC) + V \quad (2)$$

T - vreme trajanja u minutama,

H - širina reke u metrima,

D - brzina kretanja skele u m/min,

K - koeficijent uticaja vode – uzima se iz tablica,

C - brzina toka vode u m/sek i

V - vreme za utovar, istovar i pristajanje (Pifat 1980).

Uticaj ove komponente direktno se ispoljava na brzinu prevoženja tereta sa jedne obale na drugu.

K₄ – Broj skela koje se istovremeno mogu angažovati na SMP. Ovaj kriterijum zavisi od niza faktora: širine vodene prepreke, tehničkih mogućnosti jedinice i potreba jedinica koje se pervoze na suprotnu obalu. Načelno, na jednom paru ulazno-izlaznih rampi, na mestima gde je vodena prepreka manja od 100 m angažuje se jedna skela, gde je širina vodene prepreke 100-200 m angažuju se dve skele, od 200 – 300 m tri i preko 300 m četiri i više skela (ovaj broj se može menjati i u zavisnosti od vremena ukrcavanja, iskrcavanja i prevoženja sa jedne obale na drugu odnosno od same organizacije prevoženja na SMP). Najveći broj skela može se angažovati na Dunavu i to maksimalno 5 - 6 skela na jednom paru uzlazno silaznih rampi (Pifat 1980).

Međusobno poredjenje dva elementa hijerarhije izvršeno je korišćenjem Saaty-jeve skale i dato je u tabelama 2. do 4. Na osnovu ovog poredjenja i primenom softvera Expert Choise dobijene su relativne težine definisanih kriterijuma.

Tabela 2. Prvi nivo kriterijuma → prvi nivo kriterijuma

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
K ₁	-	2	(2)	3
K ₂	(2)	-	1	3
K ₃	2	1	-	3
K ₄	(3)	(3)	(3)	-

Tabela 3. Kapacitet prilaznih puteva → Kapacitet prilaznih puteva

	K ₁₁	K ₁₂
K ₁₁	-	3
K ₁₂	(3)	-

Tabela 4. Obim radova na uređenju SMP → Obim radova na uređenju SMP

	K_{21}	K_{22}	K_{23}	K_{24}
K_{21}	-	(2)	(3)	(4)
K_{22}	2	-	1	(2)
K_{23}	3	1	-	(3)
K_{24}	4	2	3	-

Težinske vrednosti kriterijuma i podkriterijuma dobijene na osnovu vrednosti iz tabela 2. do 4. date su na slikama 2. do 4.

**Slika 2.** Težinske vrednosti kriterijuma prvog nivoa**Slika 3.** Težinske vrednosti podkriterijuma za kriterijum K_1 **Slika 4.** Težinske vrednosti podkriterijuma za kriterijum K_2

Za testiranje opisanog modela izabrana je dolina reke Drine između Zvornika i Janje sa mestima Brasina, Koviljača, Glavičica i Batar. O karakteristikama izabranih mesta više se može pogledati u (Božanić *at al.* 2010). Rezultati dobijeni primenom AHP dati su u tabeli 5. Kao najpogodnije mesto za skelsko mesto prelaska za savlađivanje Drine između Zvornika i Janje, izabrana je Brasina.

Tabela 5. Rang alternativa

Alternative	Rangiranje alternativa primenom AHP		Rangiranje alternativa primenom fuzzy logičkog sistema datog u (Božanić <i>at al.</i> 2010)	
	Vrednost kriterijumske funkcije	Rang alternativa	Preferencija odluke	Rang alternativa
Brasina	0,271	1.	0,71	1.
Koviljača	0,264	2.	0,61	2.
Batar	0,253	3.	0,51	4.
Glavičica	0,212	4.	0,60	3.

5. ANALIZA KONFLIKTA RANGOVA

Za iskazivanje stepena korelacije rangova na maloj veličini uzorka nema puno mogućnosti. Jedna od njih je primena Spearman-ovog koeficijenta (Grabisch and Slowinski 1998) koji je najčešće korišćen neparametarski pokazatelj korelacije. Ovaj koeficijent računa se primenom relacije:

$$R = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_a^2}{n(n^2 - 1)} \in [-1, 1] \quad (3)$$

gde je D_a razlika U_a i V_a , a n je broj alternativa. Vrednost Spearman-ovog koeficijenta može da varira između teorijskih vrednosti u intervali $[-1, 1]$. U situacijama kada se vrednost približava broju jedan, indikacija je da su rangovi slični ili isti. Kada je dobijena vrednost manja od nule i približava se broju minus jedan rangovi su negativno korelisani.

Primenom različitih metoda na istom problemu došlo se do različitih rangova alternativa. Spearman-ov koeficijent koji iznosi 0,80 ukazuje na pozitivnu korelaciju između rezultata dobijenih primenom AHP modela i fuzzy logičkog modela na problem definisanja lokacije za SMP.

6. ZAKLJUČAK

U situacijama kao što je izbor lokacije za SMP veliku ulogu igra iskustvo lica koje donosi odluku. Korišćenjem ovako postavljenog modela primenom AHP, odluku bi moglo da donosi i lice sa manje iskustva. Primenom modela, može se uštedeti vreme kao i naprezanje donosioca odluke u rešavanju ovog problema.

Rezultati ovog rada potvrdili su i nalaze istraživanja u rada (Božanić *at al.* 2010), kojim je isti problem rešen fuzzy logičkim sistemom. Neidentični rezultati (rangirane alternative na mestu 3. i 4.) ukazuju na veću osetljivost modela izrađenog primenom AHP, dok sa druge strane identično rangirana prva dva mesta ukazuju na mogućnost uspešnog korišćenja oba modela (fuzzy logičkog sistema i AHP) u vrednovanju izabranih alternativa i formulisanju strategije odlučivanja prilikom izbora lokacije za SMP.

LITERATURA

- [1] Božanić D, Pamučar D., Milojević D. i Lukovac V., Fuzzy pristup kao podrška procesu vrednovanja lokacije za skelsko mesto prelaza, Zbornik radova sa ICDQM-2010, str. 607-615.
 - [2] Čupić M. i Suknović M., Odlučivanje, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2008.
 - [3] Grabisch M. i Slowinski R., Fuzzy Sets in Decision Analysis Operations Research and Statistics, The Handbooks of Fuzzy Sets Series, Boston, USA, 1998.
 - [4] Nikolić I. i Borović S., Višekriterijumska optimizacija, Centar vojnih škola VJ, Beograd, 1996.
 - [5] Pifat V., Prelaz preko reka, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 1980.
 - [6] Saaty, T. L., The analytic hierarchy process, McGraw-Hill, New York, 1980.
- Vojni leksikon, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 1981.



IZBOR STRATEGIJE RAZVOJA MULTIMODALNOG TRANSPORTA U VOJSCI SRBIJE PRIMENOM A'WOT METODE

A'WOT METHOD IN SELECTION OF STRATEGY FOR MULTIMODAL TRANSPORT DEVELOPMENT IN SERBIAN ARMY

SRĐAN DIMIĆ¹, SRĐAN LJUBOJEVIĆ², MILAN KANKARAS³

¹ Uprava za stratezijsko planiranje, Ministarstvo odbrane, Beograd, srdjan.dimic@mod.gov.rs

² Vojna akademija, Beograd, srdjanljubojevic@gmail.com

³ Uprava za stratezijsko planiranje, Ministarstvo odbrane, Beograd, milan.kankaras@mod.gov.rs

Rezime: Osnovna ideja SWOT metode ogleda se u nastojanjima da se obezbedi konceptualni okvir za izbor stratezijske opcije, povezivanjem internih i eksternih faktora funkcionisanja organizacije. Problem sa kojim se suočava klasična SWOT metoda odnosi se na procenu relativne važnosti SWOT faktora. Sa druge strane, Analitički hijerarhijski proces, kao metoda višekriterijumskog odlučivanja, definiše formalni okvir za odlučivanje, omogućujući donosiocima odluka da modeliraju kompleksne probleme kroz hijerarhijsku strukturu, međusobno poredeći ciljeve, kriterijume i alternative. Kombinovanje elemenata Analitičkog hijerarhijskog procesa i SWOT metode rezultiralo je kreiranjem A'WOT metode za donošenje stratezijskih odluka. U radu je prikazana mogućnost primene A'WOT metode za izbor optimalne strategije razvoja multimodalnog transporta u Vojsci Srbije.

Ključne reči: SWOT, Analitičko hijerarhijski proces, A'WOT, multimodalni transport.

Abstract: Basic idea of SWOT method reflects in intentions to provide conceptual frame for strategic option selection through connection of internal and external factors of organization functioning. A problem which has classical SWOT method is related to estimation of SWOT factors' relative importance. On the other side, Analytic Hierarchy Process, as method of multicriteria decision making, defines formal frame for decision making, and allows complex problem modeling, through hierarchy structuring, and pairwise comparison of goals, criteria and alternatives. Combining AHP and SWOT elements results in A'WOT method, as strategic decision making tool. In this paper, an ability to apply A'WOT method in selection of strategy for multimodal transport development in Serbian Army is presented.

Keywords: SWOT, Analytic Hierarchy Process, A'WOT, multimodal transport.

1. UVOD

Metoda SWOT (eng. Strengths–Snage, Weaknesses–Slabosti, Opportunities–Šanse, Threats–Pretnje) je često korišćena metoda koja je u praksi dala dobre rezultate, posebno u domenu razvoja i formulisanja strategija preduzeća. Problem sa kojim se suočava klasična SWOT metoda ogleda se u nemogućnosti analitičkog pristupa proceni relativne važnosti SWOT faktora i evaluaciji alternativa u odnosu na njih. Primena SWOT metode u literaturi često se naziva i SWOT analiza, pa je takav termin korišćen i u ovom radu. Kombinovanjem metode Analitičko hijerarhijskog procesa (AHP) i SWOT analize, rešen je problem procene relativne važnosti SWOT faktora. Ideja je bila da se, osim formiranja liste faktora koji su relevantni za proces stratezijskog odlučivanja, kroz AHP poređenja parova utvrdi i njihov relativni značaj, čime se poboljšava informaciona osnova i omogućava detaljniji opis situacije.

Primena AHP metode u evaluaciji SWOT faktora i alternativa u odnosu na njih, relativno je novijeg datuma. Kombinacija ova dva metoda je hibridni metod, u teoriji poznat pod nazivom A'WOT, gde SWOT analiza pruža formalni okvir za odlučivanje, a AHP obezbeđuje analitičku podršku tom procesu (Mimović *at al.* 2012).

Brza i intenzivna dejstva, kao i potencijalni zadaci mobilnijih i samostalnijih jedinica zahtevaju od vojnih organizacija da razvijaju i usavršavaju sistem logističke podrške, usmeravajući ga ka potrebama zajedničkih, multinacionalnih i integrisanih snaga. Održiva strategija razvoja je neophodna kako Vojsci Srbije u celini, tako i svim njenim podsistemima i funkcijama ponaosob. Jednu od njenih veoma važnih funkcija iz domena

logističke podrške, koja zahteva brze promene i za koju je u najskorije vreme potrebno definisati adekvatnu strategiju razvoja, predstavlja funkcija saobraćaja i transporta, kojom Vojska Srbije integriše sve ostale aspekte svog funkcionisanja i zadovoljava svoje potrebe za kretanjem ljudi i sredstava, odnosno potrebe za mobilnošću jedinica.

2. A'WOT METODA

Iako je primena višekriterijumske analize u rešavanju problema strategijskog upravljanja dobro poznata i rasprostranjena, kombinovana primena AHP sa SWOT analizom – A'WOT metod, novijeg je datuma. A'WOT metod, koji su predložili Kangas *et al.* (2001), sastoji se iz sledećih koraka:

- *Korak 1:* vrši se SWOT analiza – identifikuju se relevantni interni i eksterni faktori i uključuju u SWOT analizu;
- *Korak 2:* sprovode se AHP poređenja parova faktora u okviru svake SWOT grupe posebno i računaju njihovi prioriteti;
- *Korak 3:* utvrđuje se relativni značaj SWOT grupa međusobno;
- *Korak 4:* evaluiraju se alternative u odnosu na svaku SWOT grupu, kao u postupku primene AHP metode;
- *Korak 5:* računaju se globalni prioriteti alternativa u skladu sa A'WOT hijerarhijom odlučivanja.

Opšta A'WOT hijerarhija odlučivanja je, načelno, strukturisana u četiri nivoa. Na najvišem nivou identifikuje se cilj koji se želi postići odlukom. Drugi nivo konstituišu četiri standardne grupe faktora u SWOT analizi: snage (S), slabosti (W), šanse (O) i pretnje (T). Na trećem nivou se nalaze faktori koji su uključeni u svaku od četiri grupe na prethodnom nivou, dok su na četvrtom nivou alternative koje treba evaluirati i uporediti kako bi se izabrala optimalna alternativa.

U prvim A'WOT aplikacijama sprovedena su samo prva tri koraka. Razlog tome leži u činjenici da u strategijskom planiranju pomoću SWOT analize, cilj nije uvek poređenje alternativnih strategijskih odluka, već analiza internih i eksternih faktora u okruženju u kojem se odluke donose (Mimović *at al.* 2012). S druge strane, krajnji cilj svakog procesa strategijskog planiranja je razvijanje i formulisanje strategije koja će biti rezultat optimalnog odnosa internih i eksternih faktora. U tom smislu, primena A'WOT metoda pretpostavlja prethodnu identifikaciju internih i eksternih faktora operativnog okruženja (SWOT analiza), a zatim i poređenje alternativnih strategija u odnosu na navedene snage, slabosti, šanse i pretnje (AHP metod).

3. A'WOT METOD IZBORA OPTIMALNE STRATEGIJE RAZVOJA MULTIMODALNOG TRANSPORTA U VOJSCI SRBIJE

Specifičnosti transportne proizvodnje koja upotrebnu vrednost stvara promenom mesta, neodvojivost mesta i vremena proizvodnje od mesta i vremena potrošnje, kao i nemogućnost skladištenja zahtevaju od preduzeća iz oblasti transporta jasno definisane strategije razvoja kao jednog od najznačajnijih pitanja u poslovanju. Problem definisanja strategije razvoja multimodalnog transporta u Vojsci Srbije u nadležnosti je stručnog organa saobraćajne službe. Problem je multidisciplinarnog karaktera i ima implikacije na širok spektar delatnosti u domenu saobraćajne podrške, ali i van nje, tako da se može smatrati opštim problemom celokupne Vojske Srbije. Značajan je usled svoje aktuelnosti i urgentnosti rešavanja, s obzirom na zahteve da Vojska Srbije razvije nove sposobnosti, u cilju unapređenja svog funkcionisanja i ostvarivanja interoperabilnosti u multinacionalnom okruženju. Problem egzistira tokom proteklih 20-30 godina i, iako je bilo određenih pokušaja njegovog rešavanja, još uvek nema adekvatno rešenje.

Dva osnovna pojavna oblika ovog problema ogledaju se u nepotpunom iskorišćenju prednosti prisutnih tehnologija multimodalnog transporta (dominantan je sistem paletizacije) i u relativno statičnom sistemu logističke podrške. Posledice se osećaju u funkcionisanju svih segmenata Vojske Srbije, a najviše u procesima snabdevanja (Ljubojević 2010). U slučaju nerešavanja problema multiplicirali bi se problemi u budućem funkcionisanju (prvenstveno u radu u multinacionalnom okruženju i pri saradnji sa oružanim snagama drugih država).

Usled toga, potrebno je definisati adekvatnu strategiju razvoja, i realan plan implementacije odgovarajućih tehnologija multimodalnog transporta u Vojsci Srbije. Izabrana strategija treba da obezbedi uslove za zahtevanu taktičku i operativnu pokretljivost jedinica, brzu dekoncentraciju materijalnih sredstava u ratnoj rezervi, neprekidne tokove sredstava u lancima dostave i dr. Kako se sistem snabdevanja Vojske Srbije delimično oslanja i na privredu države, savremeni transportno-manipulativni sistemi moraju biti kompatibilni sa sistemima prisutnim u društvu, ali i u potpunosti odgovarati specifičnim zahtevima korisnika i predmeta transporta u Vojsci Srbije. U tom smislu, potrebno je u proces odlučivanja uključiti i pripadnike

različitih struktura sistema odbrane (naročito organe tehničke službe, intendantske službe, kao i organe ostalih službi i rodova Vojske Srbije, u čijoj se nadležnosti nalaze predmeti transporta, ali i subjekte van Ministarstva odbrane), kao i dostupne konsultante iz društva i oružanih snaga drugih država. Istovremeno, treba imati u vidu i neophodnost paralelnog razvoja svih elemenata koji se tiču posmatranih tehnologija multimodalnog transporta (transportna sredstva, oprema i sredstva mehanizacije, infrastruktura, organizaciona struktura, kadrovski resursi i dr.).

Osnovna ograničenja, koja u velikoj meri utiču na konačan izgled rešenja, predstavljaju raspoloživa novčana sredstva, dok se vreme za definisanje strategije i vreme za njenu implementaciju, javlja kao potencijalno kritičan resurs.

S obzirom na svoju višedimenzionalnu i višekriterijumsku prirodu, problem je predstavljen u formi A'WOT hijerarhijskog modela, a procene su izvršene pomoću AHP metode koja je podržana softverskim paketom Expert choice.

3.1. SWOT analiza multimodalnog transporta u Vojsci Srbije

U potrazi za načinom unapređenja kvaliteta ponuđenih usluga i smanjenje transportnih troškova, kao i povećanje produktivnosti rada samih transportnih preduzeća, primena metoda strategijskog menadžmenta može biti korisna u analizi i pružanju pomoći pri izboru strategija upravljanja preduzećima. Osnovna ideja SWOT analize ogleda se u nastojanjima da se obezbedi konceptualni okvir za izbor strategijske opcije, povezivanjem internih i eksternih faktora poslovanja organizacije – funkcionisanja sistema. Analizom i usaglašavanjem snaga i slabosti, kao internih grupa faktora, sa šansama i pretnjama, kao eksternim grupama faktora, optimizira se ponašanje sistema u odnosu na sopstvene mogućnosti i stanje okruženja (Ljubojević and Dimić 2011). SWOT analiza može da posluži kao pogodan instrument za procenu onoga što treba eliminisati, delimično zadržati ili zadržati u potpunosti.

Razvoj nauke, tehnike i tehnologije neminovno utiče na razvoj svih vidova transporta, kao i na promene i usavršavanje strukture transportnog sistema. Razna transportna sredstva i uređaji, zahvaljujući razvoju tehnike, danas mogu da služe različitim potrebama, i da se međusobno dopunjuju i delimično zamenjuju. Time se stvara njegova integralnost, odnosno jedinstveni proces transporta tereta, uvođenjem novih tehnologija transporta. Pod pojmom multimodalnog transporta podrazumeva se transport koji se realizuje uz upotrebu transportnih sredstava različitih vidova i grana saobraćaja i primenu savremenih tehnologija transporta (Ljubojević 2010).

Za identifikaciju SWOT faktora multimodalnog transporta u Vojsci Srbije i formulisanje strategijskih opcija razvoja, iskorišćeni su rezultati iz ranijih radova koji su tretirali ovaj problem, videti Ljubojević (2010) i Pamučar (2008). Ispitivanjem i analizom istih, a polazeći od teorijskih postulata SWOT analize, formirana je lista SWOT grupa faktora podeljenih u podgrupe: snage, slabosti, šanse i pretnje, tabela 1. Za potrebe prikaza primene A'WOT metode, u tabeli 1 je naveden samo deo faktora opisanih u Ljubojević (2010) i Pamučar (2008).

Tabela 1: SWOT analiza multimodalnog transporta u Vojsci Srbije

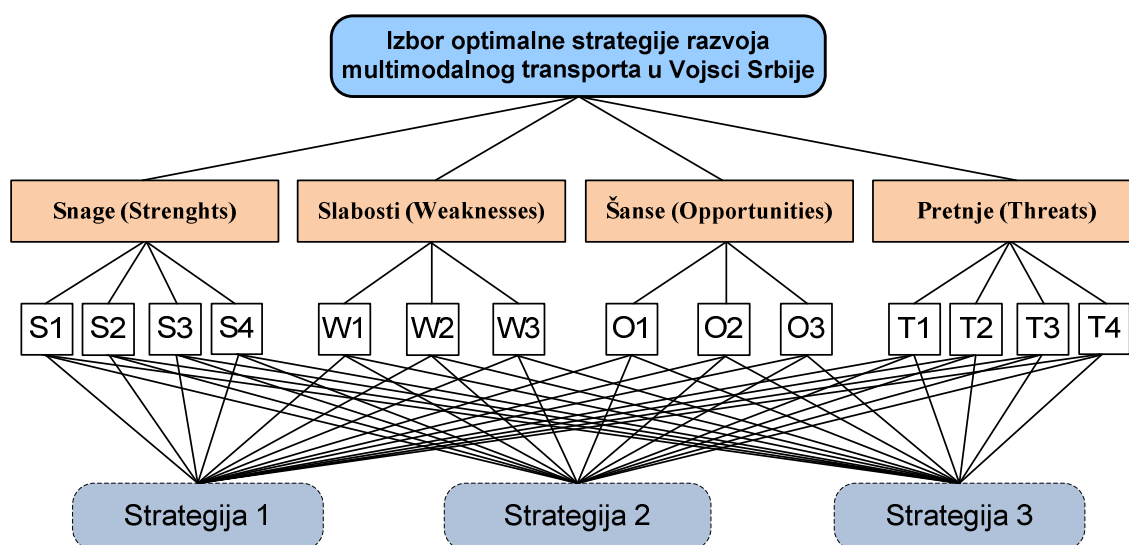
SNAGE (Strengths)	SLABOSTI (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> – S1: Unapred poznati transportni zahtevi, uz mogućnost planiranja tokova tereta; – S2: Implementirana paletna tehnologija; – S3: Realizacija celokupnog sistema distribucije robe; – S4: Hijerarhijska uređenost Vojske Srbije i funkcionisanje na bazi propisanih procedura. 	<ul style="list-style-type: none"> – W1: Problem standardizacije elemenata multimodalnog transporta; – W2: Nepostojanje strategije razvoja transporta u Vojsci Srbije; – W3: Nepovoljan stepen iskorišćenja tovarne i zapreminske nosivosti transportnih sredstava.
ŠANSE (Opportunities)	PRETNJE (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> – O1: Kompatibilnost transportnog sistema Vojske Srbije sa transportnim sistemom u društvu; – O2: Program Partnerstvo za mir i opredeljenje za učešće u mirovnim operacijama-proširenje zone delovanja van teritorije države; – O3: Dominantna pozicija drumskog u odnosu na ostale vidove transporta na domaćem tržištu. 	<ul style="list-style-type: none"> – T1: Evropska transportna politika i usvojena strategija razvoja multimodalnog transporta u Republici Srbiji; – T2: Razvijenost domaćeg tržišta transportnih usluga; – T3: Odlazak stručnog kadra iz Vojske Srbije; – T4: Ograničena finansijska sredstva.

3.2. Formiranje A'WOT hijerarhijske strukture

Nakon sprovođenja SWOT analize multimodalnog transporta u Vojsci Srbije i formiranja liste faktora, pristupa se izradi hijerarhijskog modela. Model je hijerarhijski strukturiran u četiri nivoa. Prvi nivo predstavlja glavni cilj – *Izbor optimalne strategije razvoja multimodalnog transporta u Vojsci Srbije*. Na drugom nivou predstavljene su četiri grupe faktora prema klasičnoj SWOT analizi (snage, slabosti, šanse i pretnje). U okviru svake SWOT grupe, na trećem nivou, prikazuju se faktori (tabela 1) kao podkriterijumi, dok su na četvrtom nivou definisane tri alternative – strategije razvoja multimodalnog transporta u Vojsci Srbije. Za potrebe prikaza ove metode upotrebljene su strategije definisane u okviru istraživanja (Ljubojević 2010). Grupu alternativa čine sledeće strategije:

- *Strategija 1* – Intenzivno investiranje u sredstva i opremu paletne tehnologije i uvođenje novih tehnologija multimodalnog transporta, prvenstveno tehnologije kontejnerizacije;
- *Strategija 2* – Povećanje efikasnosti primene razvijenog paletnog sistema i stvaranje preduslova za brzu implementaciju drugih tehnologija multimodalnog transporta, u skorijoj budućnosti;
- *Strategija 3* – Veće oslanjanje na kapacitete društva, uz održavanje postojećeg nivoa razvijenosti multimodalnog transporta.

Hijerarhija opisanog problema odlučivanja prikazana je na slici 1.



Slika 1: A'WOT hijerarhijska struktura problema izbora optimalne strategije razvoja multimodalnog transporta u Vojsci Srbije

3.3. Određivanje prioriteta i izbor optimalne strategije

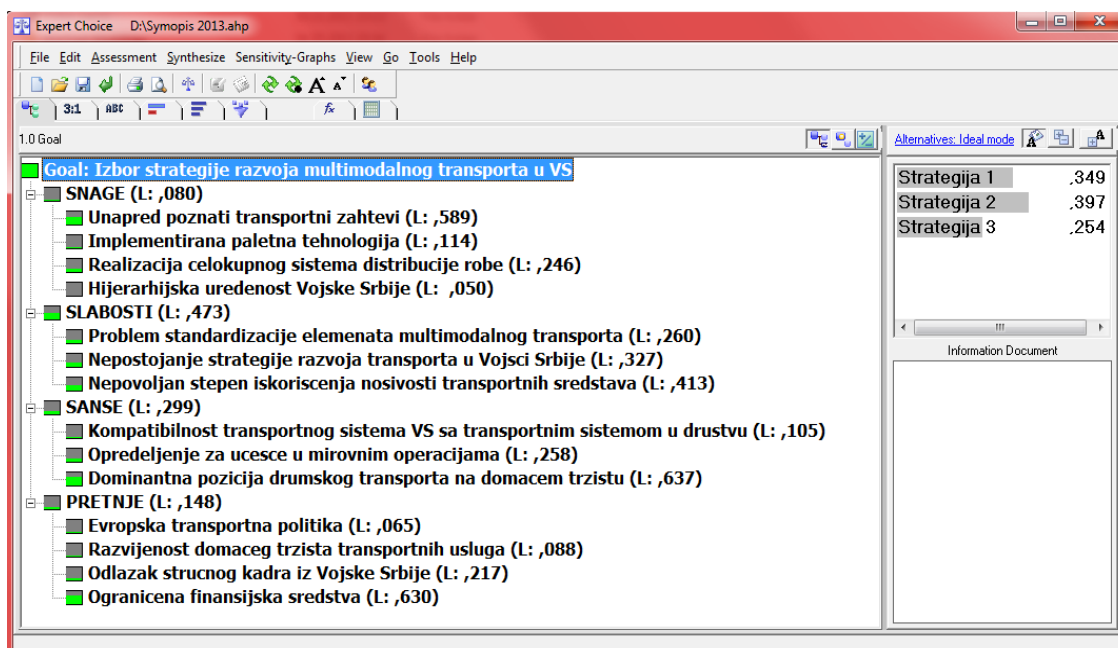
Nakon definisanja hijerarhijske strukture problema, naredni korak u primeni A'WOT metode je određivanje prioriteta i izbor optimalne strategije. Određivanje prioriteta SWOT faktora i ponuđenih alternativa, izvršeno je primenom AHP metode, uz korišćenje softverskog paketa Expert choice. Za poređenje SWOT faktora i alternativa korišćena je Saaty-jeva univerzalna skala, tabela 2.

Tabela 2: Saaty-jeva univerzalna skala vrednovanja

Intenzitet značaja	Definicija	Objašnjenje
1	Istog značaja	Dva elementa su istog značaja u odnosu na cilj
3	Slaba dominantnost	Iskustvo ili rasuđivanje neznatno favorizuje jedan element u odnosu na drugi
5	Jaka dominantnost	Iskustvo ili rasuđivanje znatno favorizuje jedan element u odnosu na drugi
7	Vrlo jaka dominantnost	Dominantnost jednog elementa u odnosu na drugi potvrđena u praksi
9	Apsolutna dominantnost	Dominantnost najvišeg stepena
2, 4, 6, 8	Međuvrednosti	Potreban kompromis ili dalja podela

Radi pojednostavljenja postupaka realizacije aktivnosti, tokom ilustracije primene predložene metode nisu angažovani eksperti, već su procene faktora, i njihovog uticaja na predložene strategijske opcije individualno generisane, uvažavajući rezultate iz ranijih istraživanja.

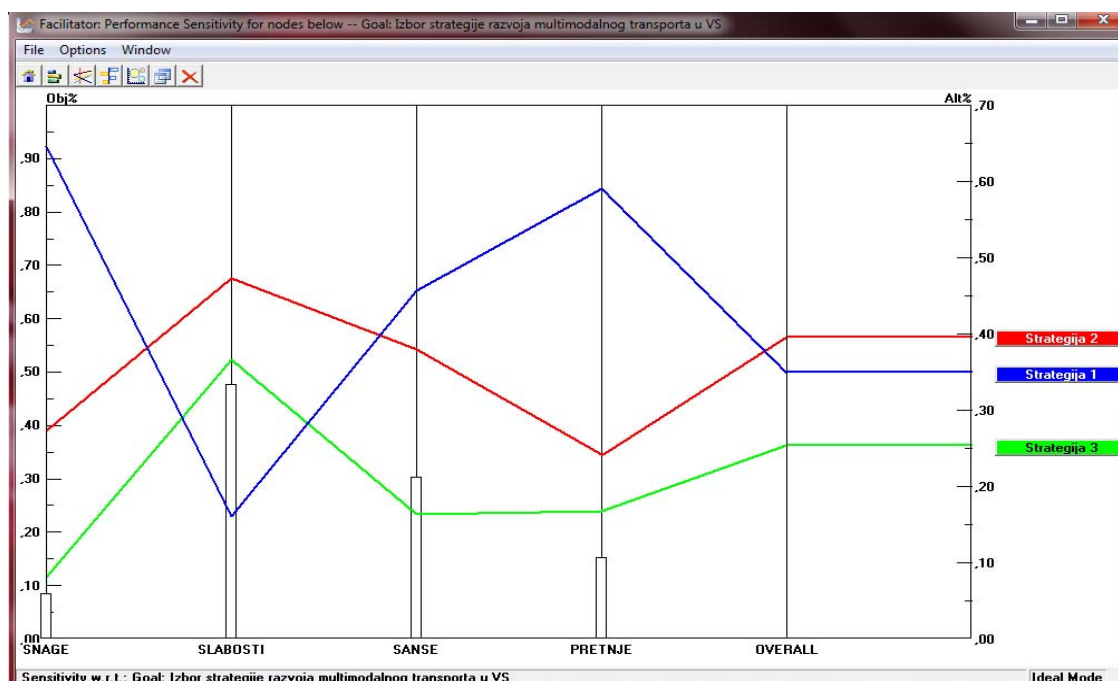
Na slici 2 prikazan je rezultat sprovedenog procesa poređenja SWOT faktora i alternativa, primenom AHP metode.



Slika 2: Rezultat poređenja SWOT faktora u softverskom paketu Expert choice

Analiza rezultata pokazuje da, prema definisanim kriterijumima, najviši prioritet ima *Strategija 2 – Povećanje efikasnosti primene razvijenog paletnog sistema i stvaranje preduslova za brzu implementaciju drugih tehnologija multimodalnog transporta, u skorijoj budućnosti* (0,397) pa samim tim i najbolji rang sa aspekta ocene SWOT faktora, te se kao konačno rešenje može prihvatiti ova opcija.

Korisna opcija softverskog paketa Expert choice je mogućnost analize osjetljivosti rešenja. Expert choice omogućava pet metoda analize osjetljivosti: Dynamic, Performance, Gradient, Head to Head i Two-Dimensional (2D Plot). Na slici 3 je prikazana Performance analiza osjetljivosti rešenja izbora optimalne strategije razvoja multimodalnog transporta u Vojski Srbije.



Slika 3: Performance analiza osjetljivosti rešenja

Analiza osetljivosti se sprovodi nakon određivanja relativnih težina kriterijuma, da bi se identifikovao uticaj promene u prioritetima kriterijuma na rang alternativa. Njen zadatak je da prikaže reakciju postojećeg rangiranja alternativa na promene u relativnim težinama svakog primarnog kriterijuma. Ovo je značajna opcija, jer donosilac odluke može biti veoma zainteresovan da sagleda sve posledice usled varijacija u težinama kriterijuma.

Performance grafikon prikazuje uticaj pojedinih težina kriterijuma na trenutni i ukupni poredak alternativa. Kriterijumi su predstavljeni pomoću vertikalnih pravougaonika dok su prioriteti alternative prikazani pomoću horizontalnih linija. Presek horizontalne linije alternative sa vertikalnom linijom kriterijuma pokazuje prioritet alternative za dati kriterijum, što se može očitati na desnoj osi Alt%. Težina kriterijuma je predstavljena visinom pravougaonika i njegova vrednost se očitava na levoj osi pod nazivom Crit%. Ukupan prioritet svake alternative je predstavljen na Overall vertikalnoj liniji, za vrednosti na desnoj osi.

Kod performance analize osetljivosti, donosilac odluke ima mogućnost da vrši izmenu težina primarnih kriterijuma i da posmatra njihov uticaj na ukupno rangiranje. Ukoliko blaga varijacija kod važnog kriterijuma rezultuje preokretom u postojećem rangiranju, to pokazuje da model nije potpuno pouzdan. Na ovaj način se mogu analizirati beskonačne kombinacije prioriteta i dati odgovori na važna „šta-ako“ pitanja.

Primeru radi, ako se posmatraju faktori snage i slabosti, kao faktori sa najnižom i najvišom vrednošću relativnih težina, mogu se izvesti određeni zaključci. Povećanjem vrednosti relativne težine faktora snage preko 0,2 - *strategija 1* postaje najbolje rangirana, dok u slučaju smanjivanja vrednost relativne težine faktora snage rang alternativa ostaje nepromenjen. Kada je u pitanju faktora slabosti, promena vrednosti relativne težine i u pozitivnom i u negativnom smeru dovodi do promena u rang u alternativa. Slična analiza se može izvršiti i za ostale SWOT faktore.

4. ZAKLJUČAK

Aktuelni period karakterišu brojne promene u cilju „približavanja“ Republike Srbije razvijenim evropskim i svetskim državama. Promene su prisutne u skoro svim sferama privrednog i društvenog života pa i u Vojsci Srbije. Posebno se potencira tehničko – tehnološka modernizacija u kojoj će se materijalni i kadrovski resursi koristiti produktivnije i efikasnije. Reorganizovanoj Vojsci Srbije potreban je adekvatan sistem logističke podrške, a u okviru nje posebno mesto zauzima sistem saobraćajne podrške, odnosno transporta kao integrativne funkcije celokupnog sistema logističke podrške.

SWOT analiza je korisno sredstvo u razumevanju okruženja u kojem posluje neka organizacija, u najširem pojmovnom kontekstu. Samim tim, SWOT analiza se uspešno koristi i u procesu strategijskog planiranja rasta i razvoja, ali kao i znatan broj drugih metoda za pomoć odlučivanju, bolje rezultate daje kada se kombinuje sa drugim metodama. SWOT analiza omogućuje strategijsko planiranje u smislu identifikacije strategija rasta i razvoja, ali ne daje odgovor na pitanje koja je od njih optimalna. S druge strane, analitički hijerarhijski proces omogućava konzistentnu evaluaciju i poređenje, ne samo kvantitativnih, već i kvalitativnih kriterijuma, što je čest problem za donosioc odluka u rešavanju praktičnih problema i uobičajen problem u SWOT analizi.

Kombinovanjem SWOT analize i analitičkog hijerarhijskog procesa može se poboljšati proces strategijskog odlučivanja, što je i prikazano na primeru izbora optimalne strategije razvoja multimodalnog transporta u Vojsci Srbije.

LITERATURA

- [1] Kangas, J., Pesonen, M., Kurttila, M. & Kajanus, M. (2001). A'WOT: Integrating the AHP with SWOT Analysis, *Proceedings of the 6th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process - ISAHP 2001*, 189-198. Bern, Switzerland.
- [2] Ljubojević, S. (2010). Model procesa odlučivanja organa saobraćajne podrške sistema odbrane, magistarski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd.
- [3] Ljubojević, S., Dimić, S. (2011). Primena fuzzy SWOT analize u procesu definisanja strategije bezbednosti putnog saobraćaja u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije, *5. stručni skup Bezbednost vojnih učesnika u saobraćaju 2011*, Zbornik radova, 6-22 - 6-31, Beograd.
- [4] Mimović, P., Kocić, M., & Milanović, M. (2012). A'WOT model izbora optimalne strategije razvoja turizma opštine Vrnjačka Banja. *Teme*, 36 (2), 815-836. Niš.
- [5] Pamučar, D. (2008). Primena SWOT analize na sistem integralnog transporta Vojske Srbije, *Vojnotehnički glasnik*, Vol. 56, No. 2, 237-247, Beograd.



ОПТИМИЗАЦИЈА ПАРАМЕТАРА ЛАНСИРНОГ КАТАПУЛТА БЕСПИЛОТНЕ ЛЕТЕЛИЦЕ, ПРОГРАМ "КАТАПУЛТ"

THE UNMANNED AERIAL VEHICLE LAUNCH CATAPULT PARAMETER OPTIMIZATION, PROGRAM "CATAPULT"

КОСТА ВЕЛИМИРОВИЋ¹, НЕМАЊА ВЕЛИМИРОВИЋ²

¹Војнотехнички институт, Београд kolevelimirovic@yahoo.com

²Југоимпорт-СДПР, Београд, velimirovicnemanja@yahoo.com

Резиме: У раду је приказан метод прорачуна оптималних параметара лансираног катапулта беспилотне летелице. Модел ограниченог кретања летелице је описан системом нелинеарних диференцијалних једначина. Оптимизација параметара катапултирања је начињена методом тоталне енергије нелинеарног модела кретања летелице, а метода је рачунарски имплементирана. Метода оптимизације је нелинеарно програмирање. Поступак оптимизације и резултати методе су илустровани нумеричким примером.

Кључне речи: катапулт, електрична беспилотна летелица, перформансе, нелинеарно програмирање

Abstract: The method of Unmanned Aerial Vehicle launch catapult parameter optimization is presented in this paper. The model of the aerial vehicle constrained motion is given by the set of the non-linear differential equations. The launch parameter optimization is done by using the method of the non-linear model total energy, the procedure being computer implemented. Method of optimization is nonlinear programming. The optimization procedure and the method results are illustrated by the numerical example.

Keywords: catapult, electrical unmanned aerial vehicles, performances, nonlinear programming

1. УВОД

Беспилотна летелица (БЛ) је даљински командован летећи робот са аутономним и аутоматским управљањем која се користи као платформа за ношење специфичног корисног терета као што су камере, сензори, комуникациона или нека друга опрема. Поред споменутог корисног терета, беспилотне летелице већег габарита са снажнијом пропелерском групом могу да носе и борбени терет, првенствено ракете и бомбе.[7]

Коришћење БЛ подиже ниво борбених способности снага на терену. Употреба побољшава квалитет и правовременост прикупљених података тако да командној структури олакшава доношење одлука. Значајна је улога БЛ у извиђању, праћењу, надгледању потенцијалних циљева у борбеној зони као и у обавештајним задацима пре и после оружаних дејстава. Полицијске снаге развијених и богатих земаља користе их у борби против тероризма, криминала, контроли граница, контроли саобраћаја и другим сличним задацима.

Беспилотне летелице обављају и специфичне задатке у активностима заштите природне средине: откривање пожара, борба против ватрене стихије, надгледање подручја угрожених поплавама, миграција животињског света, контрола траса ценовода са различитим флуидима, контрола далеководна високог напона, итд. Технолошки развијене земље уочиле су изразиту исплативост и сврсисходност коришћења БЛ у односу на друга средства као што су осматрачки авиони, хеликоптери, балони или сателити. Употреба и потребе за њима у развијеним и богатим земљама експоненцијално расту.

Током извршења одређене мисије, беспилотна летелица се креће по задатом профилу лета. Профил лета се састоји из више фаза: полетање, пењање на висину крстарења, крстарења у одласку, осматрање борбене површине, крстарења у повратку, планирање са висине крстарења (у повратку) и слетање. Приликом извршења задатог профила лета поред слетања и полетања је врло ризична фаза током које су могућа оштећења па и уништење беспилотне летелице. У овом раду биће приказани модел и оптимизација полетања помоћу катапулта једне беспилотне летелице са електричном

пропулзорском групом. Пропулзор чине једносмерни електрични (без четкица) мотор, релативно мале снаге и склапајућа елиса непроменљивог корака. Како мотор беспилотне летелице има малу снагу класично полетање није могуће па је потребно обезбедити додатну спољну енергију у циљу успешног лансирања. Проблем се решава коришћењем катапулта (Сл. 1, Сл. 2). Акумулирану енергију у врло еластичним, преднапрегнутим силиконским гуменим затегама катапулт предаје летелици (током кретања дуж рампе) у циљу достизања потребних услова за слободно и поуздано пењање по напуштању катапулта. Услови које летелица по напуштању рампе мора да испуни су: достизање брзине бар петнаест процената веће од минималне, позитиван специфичан вишак снаге (брзина пењања) и одређен отклон хоризонталног крмила у циљу уравнотежења летелице. Испуњењем ових услова може се очекивати успешно лансирање.



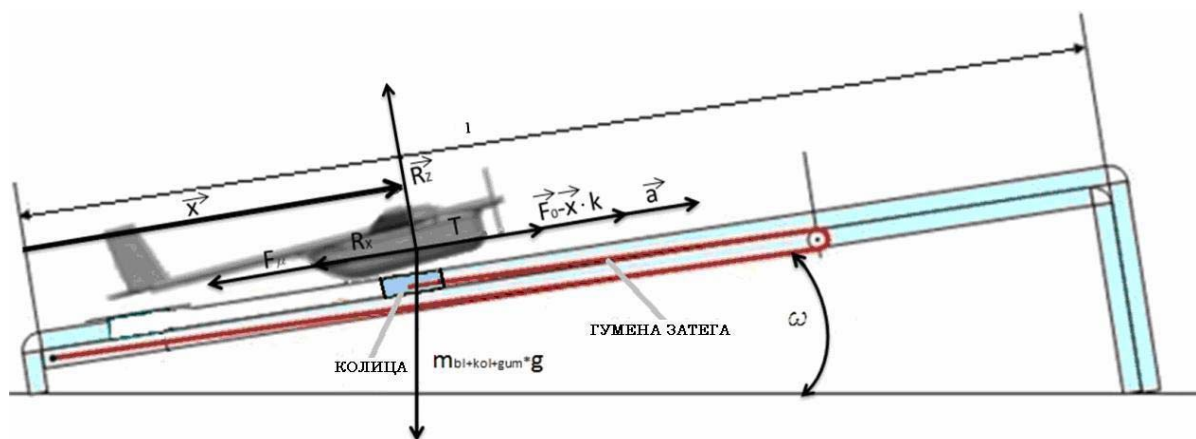
Слика 1: Лансирање беспилотне летелице



Слика 2: Беспилотна летелица на рампи

Оптимизација процеса катапултирања односи се на одређивање минималне дужине рампе уз задовољење поменутих услова. Варирањем: еквивалентне крутости система еластичних силиконских гумених затега, максималне силе затезања и нагиба рампе као независних променљивих одређују се функције "реаговања". Нелинеарним програмирањем дефинише се минимална активна дужина рампе катапулта.

2. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ



Слика 3: План сила током катапултирања

У раду су коришћење следеће ознаке:

g	гравитациона константа 9.81m/s^2
C_z	коэффициент узгона (-)
C_x	коэффициент отпора (-)
D	пречник елисе (m)
F_{μ}	сила трења (N)
$m_{bl+kol+gum}$	маса летелице, "колица" и гуме (kg)
m_{bl}	маса летелице (kg)

n_x	коэффициент оптерећења у x правцу
P	снага мотора (kW)
R_x	сила отпора (N)
R_z	сила узгона (N)
F_0	макс. сила у затегама (N)
k	крутост (N/m)
l	дужина рампе (m)
S	површина крила (m ²)
svs	специфичан вишак снаге (m/s)
T	вучна сила елисе (N)
t, tkt	време (s)
V	брзина (m/s)
V_k	брзина на крају катапулта (m/s)
V_{leta}	брзина лета (m/s)
x	издужење (m)
μ	коэффициент трења (-)
ω	нагиб рампе (°)
ρ	густина ваздуха (kg/m ³)

Кретање беспилотне летелице (заједно са "колицима" и гумом) по рампи катапулта може се описати системом диференцијалних једначина (1,2,3,4) (Сл. 3)[1][2][4]. Кретање је транслаторно са променљивим убрзањем. Како је кретање транслаторно то се склоп: летелица, "колица" и гума може разматрати као материјална тачка. Поставни угао летелице у односу на рампу (односно нападни угао) одређен је из услова да летелица по напуштању катапулта има брзину петнаест процената већу од минималне. На крају катапулта брава која чврсто држи летелицу за "колица" се отвара и летелица наставља слободан лет - пењање. Пењање омогућава вучна сила елисе, јер елиса на овој брзини достиже довољан коэффициент корисности. Усвојена је оправдана претпоставка да је зависност силе затезања линерна у односу на издужење.

$$m_{bl+kol+gum} \cdot a = T + F_0 - x \cdot k - m_{bl+kol+gum} \cdot g \cdot \sin \omega - \mu \cdot \left[-C_z \frac{\rho V^2}{2} S + m_{bl+kol+gum} \cdot g \cdot \cos \omega \right] - C_x \frac{\rho V^2}{2} S \quad (1)$$

$$V = \frac{dx}{dt} \quad (2)$$

$$dV = a \cdot dt \quad (3)$$

$$dx = \frac{a \cdot (dt)^2}{2} + V \cdot dt \quad (4)$$

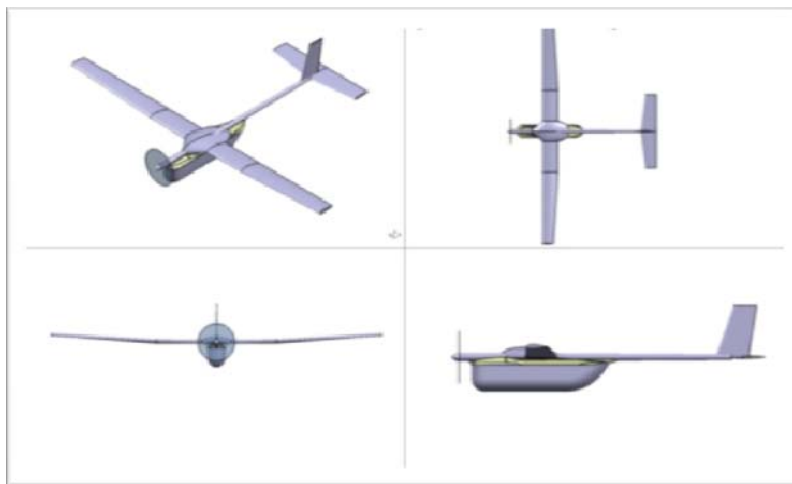
У циљу решавања једначина кретања летелице дуж рампе развијен је рачунарски програм "Катапулт". Програм је написан у програмском језику Mathcad 14 и садржи више модула. Модул "Мотор" за познат режим рада погонске групе (овде максималан) и број обртаја одређује снагу електричног једносмерног мотора. Модул "Елиса" из услова изједначавања расположиве снаге мотора и апсорбоване снаге елисе одређује (коришћењем познатих аеродинамичких карактеристика елисе) вучну силу елисе у функцији брзине летелице. Модул "Аеродинамичких карактеристика летелице" на основу познатог нападног угла летелице израчунава силу отпора и узгона у функцији брзине. Модул "Перформансе" на основу података израчунатих у набројаним модулима израчунава потребне услове на крају катапултирања: специфичан вишак снаге и брзину на трајекторији летелице [8]. Посебан део програма "Катапулт" модификованом Ојлеровом методом нумерички решава систем диференцијалних једначина (1,2,3,4). [3] Резултати интеграције приказују се графички.

Оптимизација поступка катапултирања урађена је коришћењем метода нелинарног програмирања које пружа програмски пакет Mathcad 14. Погодно су варирана три независна параметара: еквивалентна крутост система еластичних силиконских гумених затега k , максимална сила затезања F_0 и нагиб рампе ω . Коришћењем Бокс-Вилсоновог метода потпуним полиномом другог реда одређена је функција циља - дужина пута l по рампи катапулта. Минимум функције циља $l(k, F_0, \omega)$

(уз ограничења која пристичу из поменутих услова на крају катапултирања и дозвољеног коефицијента оптерећења летелице у x -правцу n_x) одређен је градијентном методом нелинеарног програмирања.

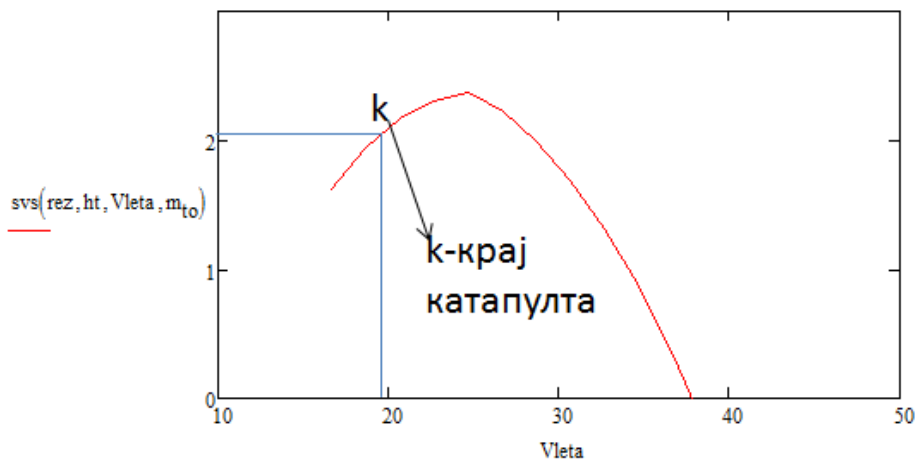
3. НУМЕРИЧКИ ПРИМЕР

Разматрана беспилотна летелица (Сл. 4) масе $m_b=60\text{kg}$ има површину крила $S=2.3\text{m}^2$. Пропулзорску групу је једносмерни електрични мотор (без четкица) снаге $P=4\text{kW}$ и склапајућа елиса непроменљивог корака пречника $D=0.62\text{m}$. Извор енергије је хибридна комбинација литијум-јон батерија и водоничних горивих ћелија [5][6].



Слика 4: Разматрана беспилотна летелица

На крају кретања по катапулту летелица мора да постигне брзину $V_k=19.4\text{m/s}$ и специфични вишак снаге $svs=2\text{m/s}$ (Сл. 5).



Слика 5: Потребни услови на крају катапулта

Решава се следећи проблем:

$$I(k, F_0, \omega)_{\min} = ?$$

$$I(k, F_0, \omega)_{\min} \leq 6.0\text{m}$$

$$200\text{ N/m} \leq k \leq 400\text{ N/m}$$

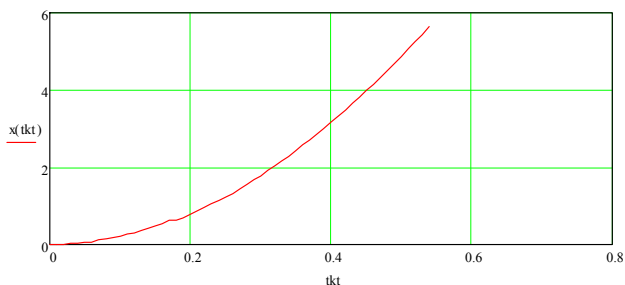
$$F_0 \leq 3000\text{N}$$

$$15^\circ \leq \omega \leq 30^\circ$$

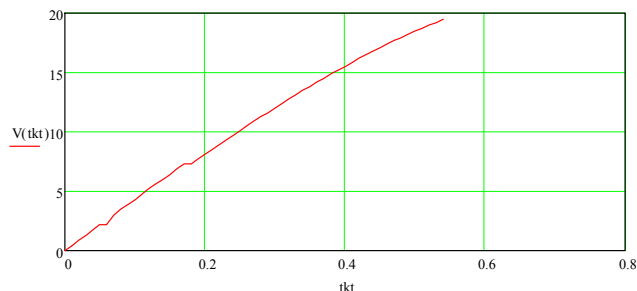
$$n_x \leq 4.4$$

$$V_{x=l} \geq 19.4\text{ m/s}$$

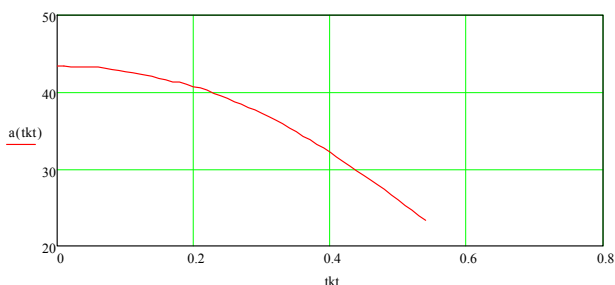
Добијено је следеће решење: $k=225\text{N/m}$, $F_0=2860\text{N}$, $\omega=15^\circ$. Дужина активног дела рампе је $l=5.73\text{m}$, време катапултирања $t=0.54\text{s}$ а уложени рад катапулта је $A = 1.222 \cdot 10^4\text{J}$. Сл.6, Сл.7, и Сл.8 приказују законе кретања летелице по активног делу рампе. Приказане су зависности пута, брзине и убрзања у функцији времена t_{kt} . На Сл. 9 приказана је зависност промене коефицијента убрзања n_x у x -правцу у функцији времена током кретања по рампи.



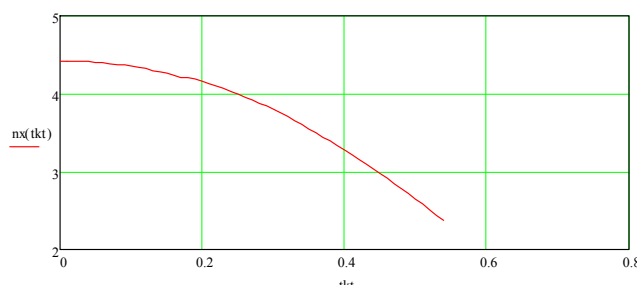
Слика 6: Закон промене пута у функцији времена



Слика 7: Закон промене брзине у функцији времена



Слика 8: Закон промене убрзања у функцији времена



Слика 9: Закон промене коефицијента оптерећења у x -правцу у функцији времена

4. ЗАКЉУЧАК

Анализирајући претпоставке и резултате прорачуна може се констатовати:

- Претпоставка да је крутост гумених затега константна током истезања није најтачнија јер постоји смањење површине попречног пресека гумених затега.
- Постоје губици услед трења и савијања гуме око ваљка (котураче).
- Аутор (упркос високој цени) препоручује употребу силиконских гумених затега јер имају мали хистерезис, велику истегљивост (и до шест пута), малу склоност старењу и релативно мањи пад еластичности са смањењем температуре.
- Дужина активног дела рампе је релативно велика па је потребно разматрати конструктивно решење дводелне рампе која би се склапала пред лансирање.
- Натезање гумених затега поред ручног помоћу чекрка могуће је и електричним чекрком одговарајућег преносног односа.
- Анализирана су и могућа решења за одабир величине попречног пресека и дужине силиконских гумених затега (доступних на тржишту). Анализе су показале да је најпогодније решење "раван" сноп од десет до двадесет гумених црева (у зависности од величине попречног пресека).
- Треба напоменути да маса летелице $m_{bt}=60\text{kg}$ је практично гранична за употребу катапулта са гуменим затегама. За веће масе летелице потребно је користити знатно скупљи пнеуматски катапулт или јефтиније и релативно једноставно решење са ракетним мотором.

Беспилотна летелица је даљински командован летећи робот са аутономним и аутоматским управљањем која се користи као платформа за ношење специфичног корисног терета као што су камере, сензори, комуникациона опрема и наоружање. Током извршења задате мисије поред слетања и полетања је ризикантна фаза профила лета. У овом раду приказан је поступак оптимизације катапултирања (методом нелинарног програмирања) беспилотне летелице опремљене електричним пропулзором мале снаге. Варирано је три параметра: еквивалентна крутост система еластичних

силиконских гумених затега, максимална сила затезања и нагиба рампе. Дефинисане су функције "реаговања" и методом нелинераног програмирања одређен минимум функције циља - дужина активног дела рампе катапулта. Добијена решења су задовољавајућа и сагласна са резултатима изведених конструкција. Метода, поступак прорачуна и програм "Катапулт" дају коректне резултате. Програм "Катапулт" је писан у програмском језику Mathcad 14. Наравно биће потребна додатна експериментална испитивања током којих ће катапулт избацивати одговарајући модел чији ће закони кретања бити одређени мерењем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рендулић, З. (1987). Механика лета. Војноиздавачки и новински центар, Београд.
- [2] Smetana, F. Flight vehicle performace and aerodinamic control. AIAA, Air Force Institute of Tehnology, Wright-Patterson Air Force, Ohio.
- [3] Симоновић, В. (1979). Нумеричке методе. Машински факултет, Београд.
- [4] Gatignol, R. (2010). Месанике de vol. Universite Pierre et Marie Curie, Paris.
- [5] Велимировић, К., Гајић-Крстајић Љ., Велимировић, Н. (2012). Propulsion of unmanned aerial vehicles-comparasion of lithium-ion cobalt and lithium-ion iron phosphate batteries. XIV YUCORR International Conference, Тапа, Србија.
- [6] Велимировић, К., Гајић-Крстајић, Љ., Велимировић, Н. (април 2011). Неке предности водоничних горивих хелија у односу на литијум-полимер акумулаторе за пропулзију мини беспилотне летелице. XIII YUCORR International Conference, Book of Abstracts, p49, Тапа, Србија.
- [7] Велимировић, К., Велимировић, Н. (2011). Tactical unmanned aerial vehicle Pegasus as a platform to carry missiles. OTEX, Војнотехнички институт, Београд.
- [8] Велимировић, К., Велимировић, Н. (2011). Одређивае максималног тактичког радијуса клипно-елисне тактичке беспилотне летелице, програм "Бели орао". SYM-OP-IS 2011.



MODEL PLANIRANJA RAZVOJA SISTEMA ODBRANE SA POSEBNIM OSVRTOM NA ODREĐIVANJE PRIORITETA

MODEL OF DEFENCE SYSTEM DEVELOPMENT PLANNING WITH A PARTICULAR REVIEW OF SETTING PRIORITIES

DEJAN STOJKOVIĆ¹, SAŠA JOKSIMOVIĆ², BLAŽO RADOVIĆ³

¹Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd, dej.stojkovic@gmail.com

²Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd, sasa.joksimovic@mod.gov.rs

³Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd, blazo.radovic@mod.gov.rs

Režime: *Planiranje razvoja sistema odbrane je vrlo važan aspekt planiranja odbrane uopšte. U radu je prezentovan model planiranja razvoja sistema odbrane, koji sadrži sve bitne faze procesa, od formulisanja ciljeva do utvrđivanja troškova i njihovog usklađivanja sa raspoloživim finansijskim sredstvima. Poseban osvrt je dat na određivanje prioriteta između programa, projekata i aktivnosti.*

Ključne reči: *odbrana, sistem odbrane, planiranje razvoja, model, prioritet.*

Abstract: *Defence system development planning is a very important part of general defence planning. This paper explains the model of defence system development planning which includes all phases of the process, from the formulation of goals through the cost calculation to cost adjustments to available financial resources. The paper gives a particular review of setting priorities among programmes, projects and activities.*

Keywords: *Defence, Defence System, Development Planning, Model, Priority.*

1. UVOD

Sistem odbrane je složen organizacioni sistem. Preduslov njegovog uspešnog funkcionisanja i razvoja je odgovarajuće upravljanje.

Upravljanje sistemom odbrane treba da obezbedi da sistem odbrane poseduje potrebne sposobnosti za izvršavanje dodeljenih misija i zadataka u okviru utvrđenog koncepta odbrane. Krajnji rezultat upravljanja treba da bude sistem odbrane koji je prilagođen potrebama i mogućnostima države i koji je u stanju da doprinese zaštiti vitalnih nacionalnih interesa.

Iako sve upravljačke funkcije imaju važnu ulogu u obezbeđenju odgovarajućeg funkcionisanja i razvoja sistema odbrane, po svom značaju izdvaja se funkcija planiranja odbrane, jer stvara preduslove za uspešno izvršavanje ostalih funkcija.

U teoriji i praksi postoje različiti pogledi na funkciju planiranja odbrane. I pored značajnih razlika, zajednička karakteristika većine pristupa je da planiranju razvoja sistema odbrane pridaju odgovarajući značaj i da ga smatraju integralnim delom planiranja odbrane.

2. PLANIRANJE ODBRANE

Planiranje odbrane je kontinuirana upravljačka delatnost i specifična planska disciplina, koju sprovode organi državne uprave i vojska na području odbrane. Tom se delatnošću određuju ciljevi u oblasti odbrane, kao i načini ostvarivanja tih ciljeva. Planiranje odbrane uključuje razvoj čitavog niza planova koji su neophodni za koordinaciju i integraciju odbrambenih aktivnosti.

Planiranje odbrane se može posmatrati u širem i užem smislu. U širem smislu, planiranje odbrane obuhvata strategijsko planiranje, operativno (programsko) planiranje i planiranje operacija. Takva podela je uslovna i izvršena je na osnovu prirode problema koji se kroz proces planiranja rešavaju i odluka koje se donose.

Strategijsko planiranje je deo planiranja odbrane u okviru koga nadležni državni organi, dokumentima najvišeg nivoa, određuju strateške ciljeve u oblasti odbrane i utvrđuju načine njihove realizacije. Strategijsko

planiranje ima za cilj da obezbedi usklađenost sistema odbrane sa stanjem njegovog okruženja, odnosno da omogući sistemu odbrane racionalno i pravovremeno reagovanje na promene u okruženju.

Operativno planiranje je deo planiranja odbrane kojim se strategijska opredeljenja prevode u konkretne programe, projekte i aktivnosti čijim izvršenjem se ostvaruju strateški ciljevi, odnosno izvršavaju misije i zadaci Operativnim planiranjem se povezuju strateški ciljevi sistema odbrane sa programima i resursima potrebnim za njihovo ostvarenje.

Kao i u poslovnom planiranju, strategijsko i operativno planiranje odbrane su blisko povezani i međuzavisni. Naime, operativno planiranje proizlazi iz strategijskog planiranja odbrane, u smislu da se kroz njega konkretizuju i operacionalizuju strategijska opredeljenja u oblasti odbrane. Sa druge strane, strategijsko planiranje odbrane prethodi, ali svesno podrazumeva aktivnosti operativnog planiranja kojima će se pokazati valjanost strategijskih zamisli.

Planiranje operacija je specifična oblast planiranja odbrane kojom se određuje način upotrebe vojske i drugih snaga odbrane radi ostvarenja utvrđenih ciljeva u ratnom i vanrednom stanju. Planiranjem operacija određuju se obaveze i zadaci svih subjekata odbrane u pogledu organizacije i pripreme snaga, sredstava i načina postupanja u ratnom i vanrednom stanju, odnosno krizi.

Planiranje odbrane u užem smislu usmereno je ka projektovanju i izgradnji vojnih sposobnosti. Ono se, pre svega, bavi pitanjima tekućeg funkcionisanja i razvoja sistema odbrane i ne razmatra probleme upotrebe snaga odbrane. Planiranje odbrane u užem smislu obuhvata strategijsko i operativno planiranje odbrane i predstavlja glavni instrument za transformaciju nacionalnih ciljeva na području odbrane i raspoloživih resursa u sveobuhvatan skup vojnih sposobnosti potrebnih za delovanje u sadašnjem i budućem bezbednosnom okruženju.

Pojam planiranje odbrane nije adekvatno definisan u normativnim aktima i strategijsko-doktrinarnim dokumentima Republike Srbije. Strategija odbrane Republike Srbije sadrži poglavlje Planiranje odbrane, ali ne i definiciju tog pojma. Jedini dokument u kome je definisan pojam planiranje odbrane je Doktrina planiranja u Vojsci Srbije, u kojoj se taj pojam definiše kao „složena delatnost koja obezbeđuje da sistem odbrane poseduje potrebne sposobnosti za izvršavanje dodeljenih misija i zadataka u okviru utvrđenog koncepta odbrane“.

U skladu sa Strategijom odbrane Republike Srbije, planiranje odbrane ima primarni značaj u procesu upravljanja sistemom odbrane. Sistem planiranja odbrane obezbeđuje izgradnju potrebnih sposobnosti, funkcionisanje i razvoj sistema odbrane, racionalno angažovanje raspoloživih resursa odbrane i transparentnost raspolaganja finansijskim sredstvima za potrebe odbrane.

Prema Strategiji odbrane Republike Srbije planiranje odbrane se ostvaruje kroz izradu strategijsko-doktrinarnih dokumenata, planove i programe razvoja sistema odbrane i planiranje upotrebe snaga. Takvo stanovište je u skladu sa pristupima koji se navode u literaturi, odnosno koji se primenjuju u drugim zemljama.

Polazište za planiranje odbrane čini definisanje strategijskih i doktrinarnih opredeljenja u Strategiji odbrane Republike Srbije, Doktrini Vojske Srbije, doktrinama na operativnom nivou komandovanja, funkcionalnim doktrinama i drugim doktrinarnim dokumentima nižeg nivoa.

Na osnovu strategijskih opredeljenja i utvrđenih potreba, sistem planiranja, programiranja, budžetiranja i izvršenja (PPBI), kroz izradu planova i programa razvoja, neposredno definiše upravljanje resursima odbrane u funkciji izgradnje sposobnosti za dodeljene misije i zadatke.

Planiranje upotrebe snaga ostvaruje se kroz izradu planova odbrane i planova upotrebe snaga u konkretnim uslovima rešavanja rizika i pretnji bezbednosti. Izrada planova odbrane podrazumeva utvrđivanje mera, aktivnosti i snaga za funkcionisanje sistema odbrane u ratnom i vanrednom stanju, a obuhvata izradu Plana odbrane Republike Srbije i planova odbrane državnih organa, organa lokalne samouprave, privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika od značaja za odbranu.

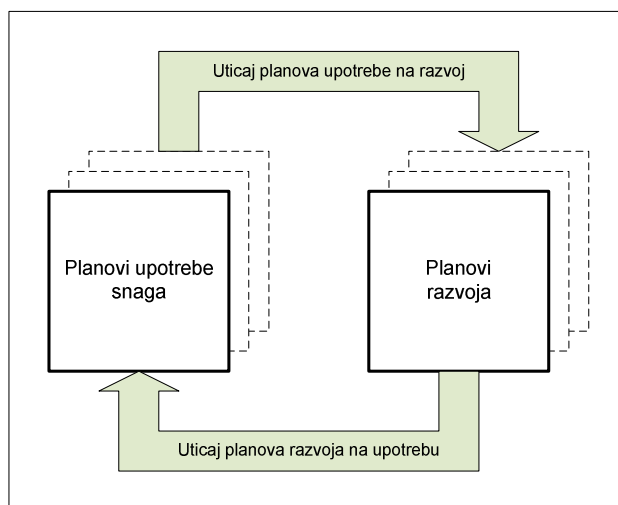
3. PLANIRANJE RAZVOJA SISTEMA ODBRANE

U bivšoj JNA planiranju razvoja je poklanjana značajna pažnja. Čubra (1973) ističe da su razvoj i usavršavanje oružanih snaga i sredstava naoružanja i vojne opreme pred funkciju planiranja generisali nove zahteve, tako da ona pored planiranja upotrebe snaga treba da obuhvata i planiranje razvoja i održavanja.

Racionalni pristup planiranju podrazumeva međuzavisnost planova upotrebe i planova razvoja. Planovi upotrebe treba da budu usklađeni sa dostignutim, odnosno projektovanim stepenom razvoja snaga. Takođe, planovi razvoja treba da budu usklađeni sa planovima upotrebe snaga. Međuzavisnost planiranja upotrebe snaga i planiranja razvoja prikazana je na slici 1.

Sistem planiranja, programiranja, budžetiranja i izvršenja (PPBI) je nastao šezdesetih godina XX veka u SAD i danas je jedan od najpoznatijih i najčešće primenjivanih sistema integralnog planiranja razvoja,

odnosno upravljanja resursima. Iako je njegova izgradnja dugotrajan i složen proces, dobro uspostavljen sistem PPBI omogućuje adekvatno upravljanje razvojem sistema odbrane, odnosno racionalno upravljanje raspoloživim odbrambenim resursima.



Slika 1: Međuzavisnost planiranja upotrebe snaga i planiranja razvoja (prilagođeno prema: Čubra 1973)

Suštinu sistema PPBI čine veze između ciljeva koje sistem odbrane treba da ostvari, programa i projekata čijom realizacijom se ostvaruju ciljevi i resursa koji omogućavaju izvršavanje programa, odnosno ostvarenje ciljeva. Preduslov stabilnog razvoja i funkcionisanja sistema odbrane je ravnoteža između ciljeva, programa i raspoloživih resursa. Matematički model uspostavljanja te ravnoteže, prilagođen prema Čubri (1973), dat je u nastavku.

Kroz proces planiranja sistemu odbrane se određuje više strateških ciljeva koji se tiču razvoja, odnosno tekućeg funkcionisanja sistema odbrane. Ti ciljevi se mogu predstaviti u obliku:

$$C = \{C_t\}, t = 1, \dots, n \quad (1)$$

Strateški ciljevi sistema odbrane se ostvaruju izvršavanjem programa. U načelu, za realizaciju svakog pojedinačnog strateškog cilja određuje se poseban program, mada je moguće i da jedan program doprinosi ostvarenju više ciljeva, odnosno da se cilj ostvaruje kroz izvršavanje više programa. Programi sistema odbrane se mogu predstaviti na sledeći način:

$$PG = \{PG_j\}, j = 1, \dots, m \quad (2)$$

U okviru programa određuju se specifični ciljevi koji doprinose realizaciji strateških ciljeva. Specifični ciljevi programa se ostvaruju izvršavanjem projekata i aktivnosti.

Izvršavanje programa, odnosno projekata i aktivnosti podrazumeva angažovanje određenih resursa. Skup resursa potrebnih za realizaciju programa ima sledeći oblik:

$$R_j = \{R_{jk}\}, j = 1, \dots, m; k = 1, \dots, t \quad (3)$$

gde su:

j – programi u sistemu odbrane od 1 do m;

k – vrsta resursa od 1 do t.

Angažovanje resursa radi izvršavanja projekata i aktivnosti, tj. programa proizvodi određene troškove. Troškovi izvršavanja konkretnog programa se mogu prikazati na sledeći način:

$$T_j = \sum_{k=1}^t R_{jk} N_k, j = 1, \dots, m \quad (4)$$

gde je N_k – cena određenog resursa.

Ukupni troškovi realizacije svih programa su:

$$T_{uk} = \sum_{j=1}^m T_j \quad (5)$$

Princip usklađenosti razvoja sa raspoloživim resursima podrazumeva da ukupni troškovi realizacije programa budu niži od ukupno raspoloživih resursa, to jest:

$$T_{uk} \leq T_{rasp} \quad (6)$$

Ukoliko prethodno navedeni uslov nije ispoštovan, tj. ukoliko su procenjeni troškovi izvršavanja programa veći od ukupno raspoloživih novčanih sredstava neophodno je izvršiti usklađivanje programa. To usklađivanje najčešće znači odustajanje od realizacije određenih projekata i aktivnosti, odnosno smanjivanje troškova realizacije projekata i aktivnosti.

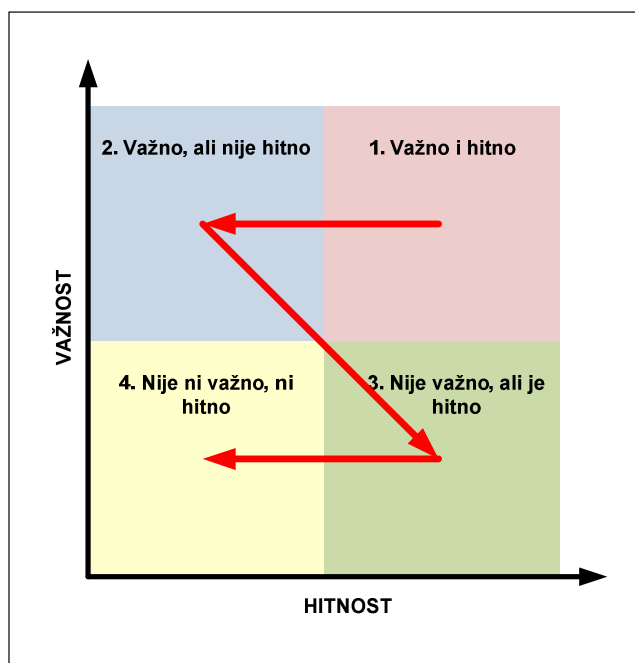
Prilikom izrade programa za svaki projekat i aktivnost se određuje nivo prioriteta. Određivanje prioriteta omogućuje lakši izbor projekata odnosno aktivnosti od kojih će se odustati ukoliko se proceni da će ukupni troškovi izvršavanja programa biti viši od raspoloživih sredstava.

4. ODREĐIVANJE PRIORITETA

Određivanje prioriteta je od suštinskog značaja za ostvarivanje strateških ciljeva, odnosno razvoj sistema odbrane. Iako su svi programi, projekti i aktivnosti važni za ostvarivanje strateških ciljeva, između njih je potrebno napraviti razliku, kako bi se znalo koji programi, projekti i aktivnosti imaju prednost u odnosu na druge.

Prilikom određivanja prioriteta između programa, projekata i aktivnosti mogu se koristiti sledeći kriterijumi: stepen uticaja na ostvarivanje strateških ciljeva; brzina i dugotrajnost efekata koje proizvode; odnos između pretpostavljenih efekata i angažovanih resursa; uticaj na prevazilaženje ključnih problema sistema odbrane, rizik itd.

Programi, projekti i aktivnosti mogu imati visok, srednji ili nizak prioritet. To znači da više programa, projekata i aktivnosti mogu imati isti nivo prioriteta, ali je prilikom određivanja nivoa prioriteta potrebno napraviti racionalan odnos.



Slika 2: Matrica važnost-hitnost (prilagođeno prema: Covey *et al.* 1994)

Koristan alat za određivanje prioriteta između programa, projekata i aktivnosti može biti tzv. matrica važnost-hitnost (slika 2) odnosno matrica efekti-izvodljivost. Suština ideje je da se na matricama odredi pozicija svih programa, projekata i aktivnosti.

Pored pomenutih matrica koje predstavljaju vrlo jednostavne alate, za određivanje prioriteta se mogu koristiti i brojne metode višekriterijumskog odlučivanja kao što su: AHP, ANP, PROMETHEE, ELECTRE itd. Primena tih metoda zahteva specifično znanje i iskustvo, ali omogućava precizno rangiranje programa, projekata i aktivnosti.

5. ZAKLJUČAK

Kontinuiran, uravnotežen i održiv razvoj je preduslov uspešnog izvršavanja zadataka sistema odbrane, kako sadašnjih, tako i budućih. Planiranje razvoja, kao integralni deo planiranja odbrane, treba da obezbedi stabilnost u izgradnji odbrambenih sposobnosti i kapaciteta, koji će omogućiti adekvatan odgovor na izazove i pretnje bezbednosti.

Dobro uređen i usmeravan sistem PPBI omogućuje integralno planiranje i upravljanje razvojem, odnosno racionalno upravljanje odbrambenim resursima. Njegovu suštinu čini integralno posmatranje, povezanost i ravnoteža između strateških ciljeva koje sistem odbrane treba da ostvari, programa i projekata čijom realizacijom se ostvaruju ciljevi i resursa koji omogućavaju izvršavanje programa, odnosno ostvarenje strateških ciljeva.

Planovi razvoja treba da budu usklađeni sa raspoloživim finansijskim sredstvima. Na taj način se obezbeđuje stabilnost procesa razvoja, kao i pravilno sagledavanje budućih sposobnosti i kapaciteta sistema odbrane, a u kontekstu dugoročnog planiranja upotrebe snaga odbrane.

Određivanje prioriteta između programa, projekata i aktivnosti je od suštinskog značaja za obezbeđenje stabilnosti u njihovoj realizaciji. Ograničenost resursa često zahteva promene u izvršenju programa, projekata i aktivnosti, pa je važno među njima utvrditi redosled prioriteta. U određivanju tog redosleda mogu se uspešno primeniti brojne metode i tehnike operacionih istraživanja.

LITERATURA

- [1] Australian Government, Department of Defence. (2012). Defence Capability Development Handbook, Canberra.
- [2] Bucur-Marcu, H., Fluri, P., Tagarev, T. (2009). Defence Management: An Introduction, Geneva Centre for the Democratic Control of Armed Forces, Geneva.
- [3] Chuter, D. (2011). Governing & Managing The Defence Sector, Institute for Security Studies, Pretoria/Tshwane, South Africa.
- [4] Covey, S., Merrill, R., Merrill, R. (1994). *First Things First: To Live, to Love, to Learn, to Leave a Legacy*, Simon and Schuster, New York.
- [5] Čubra, N. (1973). Planiranje razvoja oružanih snaga. Vojna ekonomska akademija, Beograd.
- [6] Ковач, М., Стојковић, Д. (2009). Стратегијско планирање одбране. Војноиздавачки завод, Београд.
- [7] U.S. Army War College, (2012). How The Army Runs: A Senior Leader Reference Handbook, Carlisle Barracks, PA, USA.
- [8] Zrnica, B. (2007). The New Trends In Defence Planning And Their Impact On The Defence Planning Systems In Transitional Countries, Royal College Of Defence Studies, London, 2007.



MOGUĆNOST PRIMENE DEA METODE U ANALIZI EFIKASNOSTI POSLOVANJA U SISTEMU ODRŽAVANJA VOJSKE SRBIJE

POSSIBLE APPLICATIONS DEA METHOD IN ANALYZE THE OPERATIONS EFFECTIVENESS IN THE MAINTENANCE SYSTEM THE SERBIAN ARMY

DEJAN NIKOLIĆ¹, MILENKOV MARJAN², KOSTUR VLADIMIR³

¹ Garda, Vojska Srbije, Beograd, ana65@ptt.rs

² Vojna akademija, Ministarstvo odbrane Srbije, Beograd, marjan.milenkov@va.mod.gov.rs

³ Sektor za materijalne resurse, Ministarstvo odbrane Srbije, Beograd, vladimir.kostur@mod.gov.rs

Rezime: Analiza obavljanja podataka – DEA (Data Envelopment Analysis) je pristup u matematičkom programiranju koji se poslednjih godina uspešno koristi za analizu efikasnosti poslovanja. Analiza omogućava da se meri i upoređuje efikasnost primenom stvarnih i raznorodnih ulaznih i izlaznih parametara efikasnosti izraženih u različitim mernim jedinicama, pri čemu se ne zahteva poznavanje specifične funkcionalne forme. Nivoi efikasnosti određeni na osnovu istih parametara ovaj analitički proces čine objektivnim i omogućavaju da se na osnovu procene ukupne proizvodne efikasnosti uspešno identifikuju primeri najbolje prakse. Rad prikazuje mogućnost uspešne primene DEA za kvantifikaciju efikasnosti i uzroka neefikasnosti jedinica za održavanje Vojske Srbije.

Ključne reči: Modeli, Analiza obavljanja podataka, jedinica za održavanje VS.

Abstract: Data Envelopment Analysis – DEA is approach to mathematical programming which is successfully used in the last years for efficiency. Analysis enables measuring and comparing efficiency, using real and various input and output efficiency parameters, expressed in different measurement units, where knowing of special function is not necessary. Levels of efficiency determined on the bases of same parameters make this analytic process being objective, and enable to successfully identify best practice examples, based on total production efficiency evaluation. The paper demonstrate how Data Envelopment Analysis (DEA) can be used for evaluation efficiency in order to suggest directions for improvement of inefficient maintenance unit of military Serbia.

Keywords: Models, Data Envelopment Analysis, maintenance unit of military Serbia.

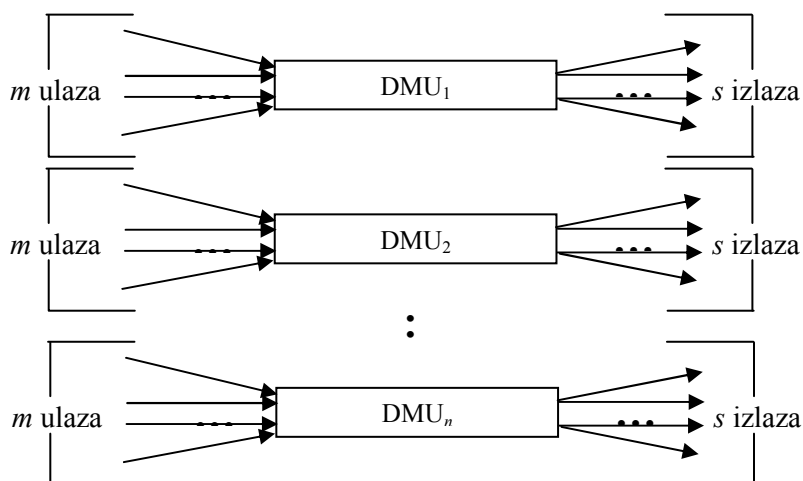
1. UVOD

Sve poslovne aktivnosti ili procesi sadrže preobražaje. Preobražaj se odnosi na primenu ulaznih veličina koje se sastoje od radne snage, sirovina, opreme, novca, informacija i drugih sredstava i stvaranje izlaznih veličina u vidu finalnih proizvoda, usluga, zadovoljenja korisnika i drugih rezultata. Menadžeri su često zainteresovani za merenje i upoređivanje efikasnosti različitih procesa sa većim brojem ulaznih i izlaznih veličina. Merenje efikasnosti i upoređivanje pomažu da poslovanje postane produktivnije jer pozitivno podstiču rad poslovne jedinice da se konstantno prilagođava i napreduje u cilju opstanka i razvoja u poslovnom okruženju. Predmet rada je definisanje modela zasnovanih na Analizi obavljanja podataka – DEA (Data Envelopment Analysis) i mogućnost njene primene u sistemu održavanja Vojske Srbije. Osnovni cilj rada je pružanje mogućnosti da se na osnovu analize efikasnosti otkriju prednosti i mane poslovnih aktivnosti i procesa, bolje pripremi poslovanje za ispunjavanje potreba i zahteva korisnika i otkriju šanse za poboljšanje tekućeg rada i procesa. Praktična orijentacija DEA-e dovodi do toga da se može koristiti uspešno u velikom broju istraživanja koja se odnose na merenje i upoređivanje efikasnosti kako u proizvodnim tako i u uslužnim delatnostima. Prema tome, osnovna hipoteza je da je DEA adekvatna metoda za modeliranje radnih procesa, dok je motiv za izbor teme značaj i složenost problematike kao i mogućnost da se rešava uspešnije primenom odgovarajućih modela.

2. ANALIZA OBAVIJANJA PODATAKA - DEA

Ideju merenja efikasnosti razvio je **M. J. Farrell** sredinom dvadesetog veka kada je koristio pristup neparametarske granice efikasnosti za merenje efikasnosti kao relativne udaljenosti od granice efikasnosti [4]. Ovo merilo, koje je u literaturi poznato kao empirička ili relativna efikasnost kasnije je prošireno u radovima istraživača, posebno **Charnes, Cooper** i **Rhodes** [1]. Oni su ovu tehniku nazvali Analizom obavljanja podataka ili DEA analiza. Ne-parametarska prednost DEA-e, postala je sve popularnija u poslovanjima koja zahtevaju definisanje većeg broja ulaznih i izlaznih parametara efikasnosti. Analiza poslovanja zasnovana na jednom merilu u prošlosti se koristila kao osnovni metod za merenje efikasnosti. Međutim, jedna od dilema koja se pojavljuje jeste kako da se prikažu standardi upoređivanja kada postoji veći broj merila. Retko samo jedno merilo može biti dovoljno za merenje efikasnosti. Finansijski pokazatelji odnosa između pojedinačnih izlaza i ulaza, poput povraćaja ulaganja ROI (*Return On Investment*) i povraćaja na prodaju ROS (*Return On Sale*), mogu se koristiti kao pokazatelji koji karakterišu finansijski učinak. Međutim, oni ne zadovoljavaju kada se traži najbolja praksa i nisu dovoljni za merenje efikasnosti. Efikasnost poslovne jedinice je složena pojava koja zahteva više od jednog kriterijuma za karakterisanje. Primena jednog merila ne uzima u obzir bilo kakva međudejstva, zamene ili odnose među različitim merilima. Svaka poslovna aktivnost ima konkretna merila efikasnosti sa odnosima.

DEA omogućava da se meri efikasnost primenom stvarnih ulaznih i izlaznih parametara, pri čemu se pojam efikasnosti odnosi na empiričku ili relativnu efikasnost. Ona ne zahteva poznavanje specifične funkcionalne forme među ulaznim i izlaznim parametrima, za razliku od drugih tradicionalnih statističkih pristupa. Prednost DEA analize je u mogućnosti razmatranja više ulaznih i izlaznih parametara koji su raznorodni (finansijski, tehnički, socijalni itd.) i izražavaju se u različitim mernim jedinicama. Poslovne jedinice, njihove aktivnosti ili procesi u DEA terminologiji se posmatraju kao jedinice odlučivanja DMU (*Decision Making Units*). DMU je ustvari jedinica koja donosi poslovne odluke, a čiju efikasnost karakteriše skup ulaza i izlaza, odnosno njihova međuzavisnost.



Slika 1: DMU_j okarakterisan sa *m* ulaza i *s* izlaza

Jedinice odlučivanja se porede prema težinama koje im se ocenjuju na osnovu istih parametara, i ukoliko je skup jedinica veći, ovaj analitički proces poređenja je objektivniji. Neka se analizira skup od *n* posmatranja DMU-a (sl.1). Svako posmatranje, DMU_j (*j* = 1, 2, 3, ..., *n*) koristi *m* ulaza *x_{ij}* (*i* = 1, 2, 3, ..., *m*) za dobijanje *s* izlaza *y_{rj}* (*r* = 1, 2, ..., *s*). Granica efikasnosti poslovanja, ili kako se još naziva linija najbolje prakse, određuje se pomoću ovih *n* posmatranja.

Sledeće dve karakteristike konveksnost i neefikasnost obezbeđuju da se dobije linearna aproksimacija granice efikasnosti i oblast neefikasnosti.

Karakteristika 1. Konveksnost.

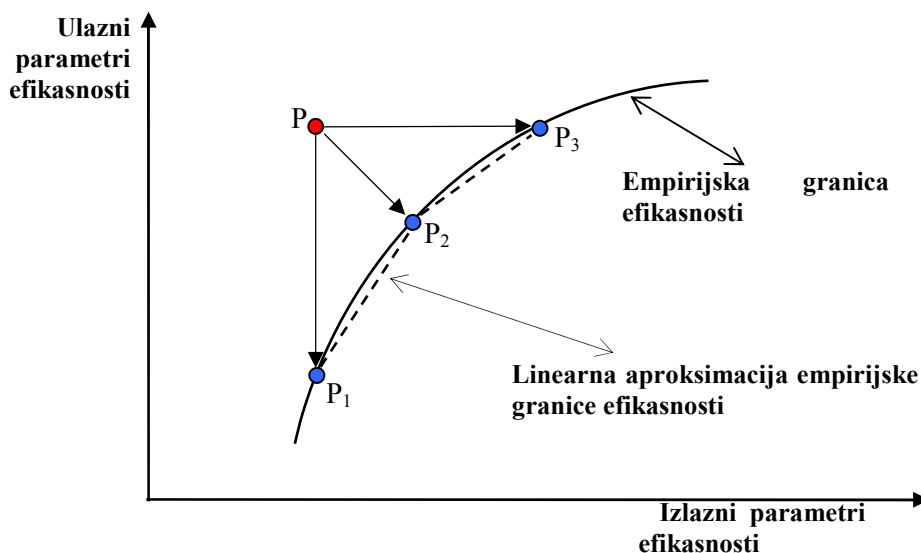
$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}$, *i* = 1, 2, 3, ..., *m* i $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}$, *r* = 1, 2, 3, ..., *s* su moguće ulazne i izlazne veličine koje se mogu

ostvariti pomoću DMU_j , gde su λ_j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) pozitivne skalarnе veličine koje predstavljaju standarde ili benčmarkove, takve da je $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$.

Karakteristika 2. Neefikasnost.

Isto y_{rj} može se dobiti korišćenjem \hat{x}_{ij} , gde je $\hat{x}_{ij} \geq x_{ij}$. To znači iste vrednosti izlaznih veličina mogu se dobiti korišćenjem većih vrednosti ulaznih veličina nego što je potrebno. Isto x_{ij} može se koristiti za dobijanje \hat{y}_{rj} gde je $\hat{y}_{rj} \leq y_{rj}$. To znači, iste vrednosti ulaznih veličina mogu se koristiti za dobijanje manjih vrednosti izlaznih veličina nego što je moguće.

Granica efikasnosti poslovanja prikazana na slici 2 generisana je efikasnošću ili učinkom četiri DMU-a: P_1 , P_2 , P_3 i P . DMU čiji je učinak na granici efikasnosti je efikasan u smislu da ne postoji bolji odnos ulaznih i izlaznih parametara efikasnosti definisan od strane ovih DMU-a. Znači, pomoću merenja efikasnosti određuje se granica efikasnosti poslovanja koja predstavlja najbolju praksu, a neefikasni DMU kao što je P može se poboljšati, odnosno pomeriti na granicu efikasnosti sa predloženim smerovima poboljšanja do P_1 , P_2 , P_3 ili neke druge tačke duž granice.



Slika 2: Granica efikasnosti poslovanja

Primenom prve karakteristike na P_1 , P_2 , i P_3 dobija se linearna aproksimacija empirijske granice efikasnosti koja je prikazana na slici 2. Primenjujući drugu karakteristiku dobija se oblast iznad krive gde se nalaze neefikasni DMU-ovi.

Za konkretno x_{ij} ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) i y_{rj} ($r = 1, 2, \dots, s$) dobija se:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m;$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_r, \quad r = 1, 2, 3, \dots, s;$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1.$$

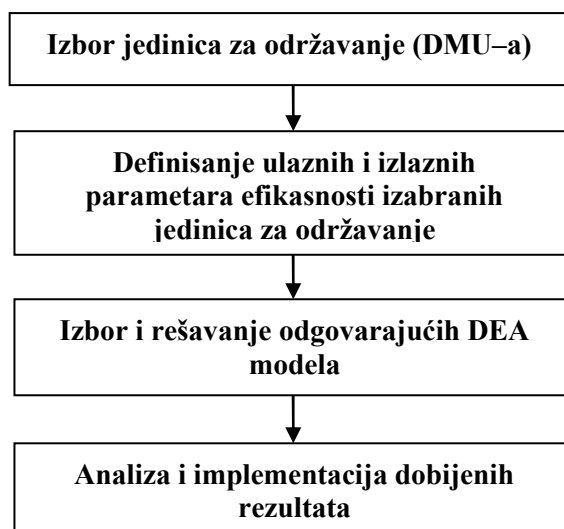
Modeliranjem odnosa između većeg broja ulaznih i izlaznih veličina na ovaj način, mogu se dobiti korisne informacije za potrebe top menadžmenta koje se odnose na:

- proračun efikasnosti DMU,
- poređenje sa drugim DMU i poboljšanje sopstvenog poslovanja i
- preporuke za pravce unapređenja neefikasnih DMU u skladu sa najboljom praksom,

što su najčešći istraživački ciljevi primene DEA za ocenu efikasnosti.

3. DEA METODA U ANALIZI EFIKASNOSTI JEDINICA ZA ODRŽAVANJE VOJSKE SRBIJE

Sprovođenje DEA analize efikasnosti jedinice za održavanje zahteva doslednu primenu metode prikazanu na slici 3.



Slika 3: DEA metoda u analizi efikasnosti jedinica za održavanje

Prva faza u DEA analizi efikasnosti je izbor jedinica za održavanje čija se efikasnost meri.

Druga faza je definisanje ulaznih i izlaznih parametara efikasnosti izabranih jedinica za održavanje. Parametri efikasnosti se definišu na iskustvima teorije i prakse. Dobri ulazni i izlazni parametri mogu verodostojno da predstavljaju sve resurse (materijalne, kadrovske, finansijske i informacione) koje jedinice za održavanje koriste, kao i sve rezultate poslovanja. Ukoliko se parametri dobro ne osmisle, dobijeni rezultati mogu navesti na površno tumačenje kao i na delimično tačne i pogrešne zaključke u vezi sa efikasnošću jedinica za održavanje. Takođe, važno je da vrednosti definisanih parametara budu dobijeni iz pouzdanih i referentnih izvora, i ujednačeni za sve jedinice.

Merenje efikasnosti u trećoj fazi moguće je realizovati na dva načina. Jednim koji je zasnovan na ulaznim i drugim koji je zasnovan na izlaznim parametrima efikasnosti. U ovom primeru za merenje efikasnosti jedinica za održavanje izabran je Ulazno orijentisani model za merenje efikasnosti, koji se bazira na minimiziranju ulaznih veličina pri čemu se izlazne veličine drže na tekućim nivoima. JO_0 predstavlja jednu od jedinica za održavanje koja se procenjuje, a x_{i0} i y_{r0} jesu i -ti ulaz i r -ti izlaz za JO_0 , respektivno, **pri čemu je JO_0 efikasan ako i samo ako je ocena efikasnosti $\theta^* = 1$ i standardi $\lambda_j = 0$ za svako j osim za JO_0 za koji je $\lambda = 1$.**

Za ocenu pune efikasnosti izabran je *Slack-based* model, odnosno model koji meri efikasnost koristeći iste podatke i omogućava punu ocenu neefikasnih jedinica za održavanje. *Slack-based* modelom je moguće odrediti margine ulaza s^- (ili, za koliko treba smanjiti ulazne parametre) i izlaza s^+ (za koliko se povećavaju izlazni parametri efikasnosti kao posledica smanjenja ulaznih) za neefikasne jedinice za održavanje kako bi se oni sveli na svoj najbolji standard.

Četvrta faza predstavlja materijalizaciju prethodne tri, u njoj je najvažnije da se dobijeni rezultati analize efikasnosti jedinica za održavanje tumače na pravilan način. Primenom DEA metode na jedinice za održavanje, mogu se ostvariti, pre svega ocena efikasnosti poslovanja posmatranih jedinica za održavanje, zatim odrediti standardi za jedinice za održavanje koje su neefikasne, kvantifikovati parametri za dostizanje granice efikasnosti, kao i drugi parametri u vezi sa upoređivanjem efikasnosti jedinica za održavanje. Dobijeni rezultati i detaljna analiza rezultata daju brojne mogućnosti donosiocima odluka da unaprede poslovanje jedinica za održavanje bar do granice efikasnosti.

4. PRIMER PRIMENE DEA ANALIZE U OCENI EFIKASNOSTI JEDINICA ZA ODRŽAVANJE U VOJSCI SRBIJE

Analiza efikasnosti jedinica za održavanje sprovedena je na sedam jedinica za održavanje. Podaci o sedam jedinica za održavanje se nalaze u Tabeli 1 i uzete su ilustrativno, gde usvojene ulazne i izlazne veličine

karakterišu efikasnost jedinica za održavanje. Usvojene ulazne veličine su kategorisane od 1 (prva kategorija kao najbolja) do 5 (peta kategorija kao najgora).

Tabela 1: Ulazni i izlazni parametri efikasnosti poslovanja jedinica za održavanje

Jedinica za održavanje	Stručnost kadra	Oprema za rad	Uslovi za rad	Procena popunjenosti stručnim kadrom	Uspešna realizacija zahteva (%)
I	1	2	2	1	95
II	1	1	1	2	90
III	2	2	1	2	60
IV	3	3	2	1	50
V	1	3	4	2	40
VI	5	5	2	2	55
VII	4	5	5	5	35

Rezultati primene modela dati su i u tabelama 2 i 3.

Tabela 2: Ocene efikasnosti i standardi jedinica za održavanje

Jedinica za održavanje	Ocena efikasnosti	Standardi za jedinice za održavanje						
		1	0	0	0	0	0	0
I	1	1	0	0	0	0	0	0
II	1	0	1	0	0	0	0	0
III	1	0	1	0	0	0	0	0
IV	1	1	0	0	0	0	0	0
V	1	1	0	0	0	0	0	0
VI	0,750	0,50	0,50	0	0	0	0	0
VII	0,300	0,50	0,50	0	0	0	0	0

U skladu sa ocenom efikasnosti i standardi jedinica za održavanje (Tabela 2), od sedam analiziranih jedinica za održavanje dve: prva i druga ispunjavaju i potreban i dovoljan uslov efikasnosti - imaju ocenu efikasnosti i sopstveni standard jednak jedinici, dok su svi ostali standardi $\lambda_j = 0$ za svako $j = 1, 2, \dots, 7$. Sve ostale jedinice za održavanje nisu efikasne i za njih su dobijeni sledeći rezultati. Treća, četvrta i peta jedinica za održavanje ima potreban $\theta^* = 1$ ali ne i dovoljan uslov efikasnosti. Za treću jedinicu najbolji standard je druga, a za četvrtu i petu jedinicu prva jedinica za održavanje. Šesta $\theta^* = 0,750$ i $\lambda_1 = 0,5$ i $\lambda_2 = 0,5$ i sedma $\theta^* = 0,375$ i $\lambda_1 = 0,5$ i $\lambda_2 = 0,5$ jedinica za održavanje ne ispunjava ni potreban ni dovoljan uslov efikasnosti. Rezultat ocene pokazuje da je za obe jedinice podjenako dobar standard ($\lambda_1 = \lambda_2 = 0,5$) i prva i druga jedinica za održavanje.

Tabela 3: Rezultati modela: pronalaženje margina ulaza s^- i izlaza s^+ jedinica za održavanje

Jedinica za održavanje	Stručnost kadra	Oprema za rad	Uslovi za rad	Procena popunjenosti stručnim kadrom	Uspešna realizacija zahteva (%)
I	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0
III	1	1	0	0	30
IV	2	1	0	0	45
V	0	1	2	1	55
VI	4	3	0	1	40
VII	3	3	3	4	60

Rezultati modela: pronalaženje margina ulaza s^- i izlaza s^+ jedinica za održavanje (Tabela 3.) su granične vrednosti ulaza i izlaza za neefikasne jedinice za održavanje:

Treća jedinica za održavanje: $s_1^- = 1$; $s_2^- = 1$ i $s_1^+ = 30$ što znači da je potrebo da poboljša stručnost kadra i opremu za rad za jednu kategoriju, što će usloviti povećanje uspešne realizacije za 30%.

Četvrta jedinica za održavanje: $s_1^- = 2$; $s_2^- = 1$ i $s_1^+ = 45$ što znači da je potrebo da poboljša stručnost kadra i opremu za rad za dve, odnosno jednu kategoriju respektivno, što će usloviti povećanje uspešne realizacije za 45%.

Peta jedinica za održavanje: $s_2^- = 1$; $s_3^- = 2$; $s_4^- = 1$ i $s_1^+ = 55$ što znači da je potrebo da poboljša opremu za rad, uslove rada i popunjenost stručnim kadrom za jednu, dve, odnosno jednu kategoriju respektivno, što će usloviti povećanje uspešne realizacije za 55%.

Šesta jedinica za održavanje: $s_1^- = 4$; $s_2^- = 3$; $s_4^- = 1$ i $s_1^+ = 40$ što znači da je potrebo da poboljša prvu, drugu i četvrtu ulaznu veličine za 4, 3, i 1 kategoriju, što će usloviti povećanje uspešne realizacije za 40%.

Sedma jedinica za održavanje: $s_1^- = 3$; $s_2^- = 3$; $s_3^- = 3$; $s_4^- = 4$ i $s_1^+ = 55$ što znači da je potrebo da poboljša sve ulazne veličine za 4, 3, 2, i 3 kategorije, što će usloviti povećanje uspešne realizacije za 60%.

5. ZAKLJUČAK

Potrebno je da se istakne da je Analiza obavljanja podataka – DEA analiza, koristan alat za ocenu efikasnosti i razumevanje pravaca unapređenja efikasnosti poslovanja [6]. Analiza omogućava kvantifikaciju efikasnosti poslovanja i sagledavanje određenih nedostataka. Nivoi efikasnosti određeni na osnovu istih parametara ovaj analitički proces čine objektivnim i omogućavaju da se na osnovu procene ukupne proizvodne efikasnosti uspešno identifikuju primeri najbolje prakse. Zbog toga svrstana je u nezamenljivo strateško dijagnostičko oruđe i osnovna je za procenu mogućnosti i šansi daljeg razvoja. Danas se intenzivno koristi za donošenje strateških i upravljačkih odluka, pronalaženje različitih mogućnosti unapređenja različitih operacija i aktivnosti koje se izvode u poslovnim sistemima, kao i postavljanja prioriteta prilikom rešavanja problema. Sastavni je deo i reinženjering procesa koji često podrazumeva integraciju pozitivnih znanja i iskustava u cilju redizajniranja poslovnog procesa.

Zbog svoje sposobnosti modeliranja radnih procesa DEA analiza je poslednjih godina motivacija mnogim autorima koji istražuju efikasnost raznih poslovanja. U prilog tome su brojna predavanja izvedena na ovu temu na najprestižnijim svetskim univerzitetima i visokim školama, ali i mnogi radovi iz ove oblasti objavljeni u najpoznatijim međunarodnim časopisima o operacionim istraživanjima, ekonomiji, saobraćaju, logistici i informacionim tehnologijama.

U radu je prikazano da DEA može uspešno da se primeni i u vojne svrhe na primeru jedinica za održavanje za koje su uzeti ilustrativni podaci. Takođe, moguće je primenom DEA analizirati i druge procese i aktivnosti u Vojski Srbije, pri čemu je najvažnije dobro definisati ulazne i izlazne parametre efikasnosti koji će biti kvantifikovani pouzdanim podacima.

Razmatranja prikazana u radu su deo izučavanja problema kontrole efikasnosti jedinica logistike u podršci jedinicama Vojske Srbije.

LITERATURA

- [1] Charnes A., Cooper W., E. Rhodes(1978). Measuring the efficiency of decision making units. European journal of operational research, 2(4), 429-444.
- [2] Charnes A., Cooper W., Lewin Y., Seiford M. (1994). Data Envelopment Analysis: Theory , Methodology and Applications. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [3] Cooper W., Seiford L. M., Tone K. (2000). Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [4] Farrell M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of Royal Statistical Society A, Vol. 120, pp. 253-281.
- [5] Nikolić D., Milenkov M., Topić S. (2011). Primena DEA metode u ocenjivanju efikasnosti jedinica logistike Vojske Srbije. Zbornik radova, SYM-OP-IS 2011, Zlatibor, str. 600-603.
- [6] Ralević P., Pejčić Tarle S., Mladenović S. (2009). Primena DEA pristupa za merenje efikasnosti saobraćajnih preduzeća. SYM-OP-IS 2009, Ivanjica, str. 675-678.
- [7] Thanassoulis E. (2001). Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis. Kluwer Academic Publishers, Boston.



PRIMENA ANALITIČKOG HIJERARHIJSKOG PROCESA U ODREĐIVANJU ZNAČAJA FAKTORA ZA UTVRĐIVANJE RIZIKA U MISIJAMA VOJSKE I U SVAKODNEVNIM AKTIVNOSTIMA

ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS IMPORTANT IN DETERMINING FACTOR FOR DETERMINING THE RISK OF MISSIONS AND DAILY ACTIVITIES

HAJRADIN RADONČIĆ¹, RADE SLAVKOVIĆ², MILE JELIĆ³

¹ Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akedemija, radoncich@ptt.rs

² Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akedemija, bjour4s@gmail.com

³ Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akedemija, milejelic@hotmail.com

Rezime: U radu se opisuje primena Analitičkog hijerarhijskog procesa za određivanje značaja faktora pri utvrđivanju rizika u misijama Vojske i svakodnevnim aktivnostima. Faktori su institucionalizovani i predstavljaju osnovne elemente analize i procene rizika. Predstavljaju elemenat procesa odlučivanja i planiranja svakodnevnih aktivnosti jedinica Vojske.

Ključne reči: procena rizika, Analitički hijerarhijski proces, misije Vojske, odlučivanje.

Abstract: This paper describes the application of Analytical Hierarchy Process to determine the importance of factors in determining the risk in Army mission and daily activities. Factors are institutionalized and are core elements of the analysis and risk assessment. They represent an element of decision-making and planning daily activities of Army units.

Keywords: Risk Assessment, Analytical Hierarchy Process, the mission of the Army, decision.

1. UVOD

Analitički hijerarhijski proces kao alat za podršku odlučivanju našao je primenu u različitim oblastima procesa donošenja odluka. Pokazao se efikasan i u proceni rizika, kad je u pitanju određivanje značaja institucionalizovanih faktora za određivanje rizika, u različitim misijama Vojske. Posebno je karakteristično, da se može uspešno koristiti u borbenim i neborbenim operacijama i u vreme kad se vojska ne angažuje za izvršavanje određenih misija.

Imajući u vidu da rizik postoji u svim misijama Vojske i različitim vrstama operacija, prvenstveno zbog složenosti operativnog okruženja, procena rizika predstavlja sastavni elemenat procesa odlučivanja u cilju smanjenja neizvesnosti.[3] Neizvesnost predstavlja neodređenost o ishodu situacije i tu je osnovni problem jer rizik nosi sa sobom određenu verovatnoću neželjenih događaja. Upravo se zbog toga i analizira neizvesnost za utvrđivanje verovatnoće rizika.

Postojanje institucionalizovanih faktora za određivanje rizika omogućavaju njegovu lakšu identifikaciju, čime se obezbeđuje identifikovanje opasnosti. Značaj tih faktora je od ključnog značaja i njihovo rangiranje čini proces donošenja vojnih odluka adekvatnim realnosti operativnog okruženja. Rizici mogu da budu identifikovani i potvrđeni putem sistematskih analiza komande, kao što su modelovanje i simulacije, posmatranje, procena i iskustvo. Identifikacija rizika uključuje napore analize sadržaja napisanog materijala i intervju sa predmetnim stručnjacima u određenim oblastima operacija. Kroz proces identifikacije rizika trebaju biti identifikovane i međuzavisnosti rizika.[3]

2. ANALITIČKI HIJERARHIJSKI PROCES

S obzirom na značaj svih operacija koje izvodi Vojska, posebno treba istaći da rešavanje problema predstavlja složen proces u kojem, pored formulacije problema, kreiranja modela i izbora odluke, donosilac odluke mora da sprovede odluku u delo, da proceni rezultate primene odluke i da ponovo preispita alternative sve dotle dok se ne dobije zadovoljavajuće rešenje, čime se može smatrati da je problem rešen. To je pitanje komandovanja i procesa odlučivanja.[4]

Analitički hijerarhijski proces (AHP) je metoda pomoću koje se nalaze rešenja višeatributnog donošenja odluka, tj. rešenje problema izbora najbolje alternative iz skupa raspoloživih alternativa. Zasnovana je na principu donošenja odluka, ljudskom znanju i podacima kojima donosioci odluka raspolažu u procesu odlučivanja. [5]

Koristi se za iznalaženje rešenja široke klase upravljačkih problema koji se kreću u rasponu vrlo jednostavnih do vrlo složenih. Odlučivanje pomoću AHP metode realizuje se u dve faze. Prva faza je hijerarhijsko strukturiranje problema, a druga je procena.

Problemi koji se postavljaju pred donosiocima odluka i zahtevi okruženja (situacije) za brzim reagovanjem su elementi koji se ne mogu usaglasiti bez računarske podrške procesa odlučivanja. To implicira postojanje softverskih rešenja ili softverskih alata koji se koriste u toku procesa odlučivanja kao podrška. U konkretnom radu korišćen je sistem za podršku odlučivanju Expert Choise 2000.[5]

Posebno treba istaći poštovanje i prihvatanje značaja određenih elemenata procene rizika koji su sastavni deo procesa odlučivanja, a odnose se na komandovanje. U tom slučaju efikasno komandovanje je integrisano u sve faze misije ili operativnog planiranja, pripremu, izvršenje ili dezangažovanja snaga.

3. POSTAVKA PROBLEMA

Problem određivanja odnosa faktora za procenu rizika u operacijama Vojske kao elemenata komandovanja u postavljen je kao zadatak više kriterijumske optimizacije.[2] U tom smislu korišćen je Analitički hijerarhijski proces - AHP kao metoda pomoću koje se analizira rešenje višeatributnog donošenja odluka (Multi Attribute Decision Making).

Rešava se problem određivanja značaja faktora za procenu rizika u misijama Vojske i različitim vrstama operacija prikazanih u tabeli 1.[2]

Tabela 1: Institucionalizovani faktori za procenu rizika u operacijama Vojske

Redni broj	Naziv kriterijuma
1.	Misija
2.	Neprijatelj
3.	Prostor i vreme
4.	Sopstvene snage
5.	Vreme za pripremu
6.	Državni ili pravni razlozi

Takođe su identifikovani i faktori koji neposredno imaju ključnu ulogu u proceni rizika u svakodnevnim aktivnostima Vojske,[2] odnosno u situaciji kad Vojska nije angažovana u operacijama, tabela 2.

Tabela 2: Institucionalizovani faktori za procenu rizika u svakodnevnim aktivnostima

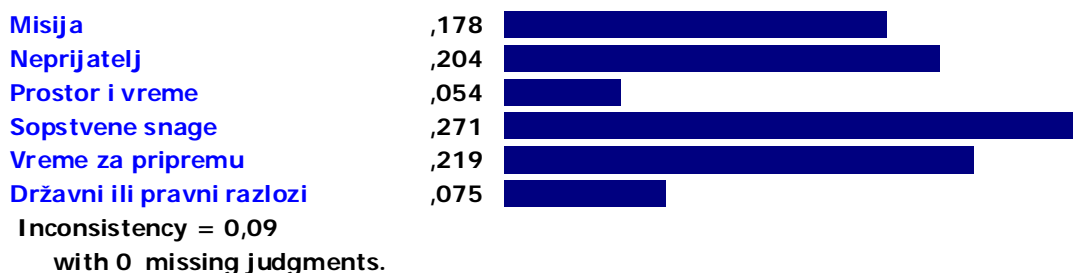
Redni broj	Naziv kriterijuma
1.	Aktivnosti
2.	Ometajući faktor
3.	Prostor i vreme
4.	Stanovništvo
5.	Vreme za pripremu
6.	Zakoni

Grupnim odlučivanjem, na ekspertskom nivou, primenom softvera Expert Choise 2000, određene su težine i značaj faktora u operacijama Vojske i svakodnevnim aktivnostima koji su bitni za procenu rizika u procesu donošenja vojnih odluka.

4. REŠENJE PROBLEMA

Imajući u vidu da program Expert Choise podržava sve korake karakteristične za primenu AHP metode, i u konkretnom slučaju obezbeđuje strukturiranje hijerarhije modela, poređenje u parovima i odlučivanje na više načina, obezbedilo se da dobijeni rezultati potpuno odražavaju realnost situacije i obezbeđuju analizu osetljivosti dobijenih rezultata.[4]

Goal: Bobbene operacije

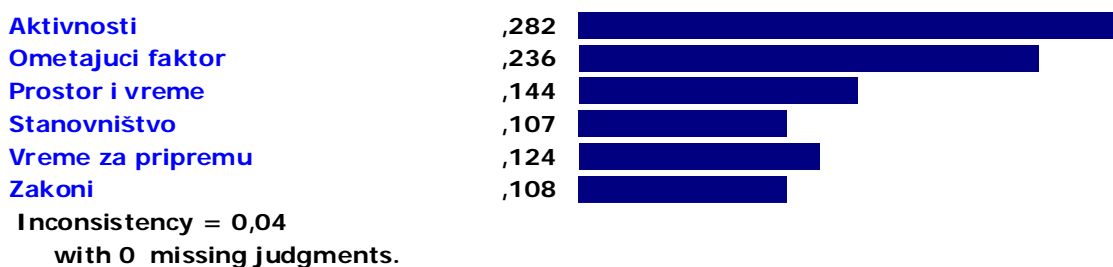


Slika 1: Značaj faktora za procenu rizika u borbenim operacijama

Rezultati dobijeni u značaju faktora u borbenim operacijama, slika 1, pokazuju da je prioritet dat na proceni sopstvenih snaga, proceni neprijatelja i vremenu za pripremu, dok su manje vrednosti pripale elementima prostora i vremena i državnim i pravnim razlozima. Ovakav odnos faktora pokazuje koliko je značajna obaveštajna priprema bojišta i koliko se toj aktivnosti treba posvetiti pažnja u organizacionom smislu, a posebno u analitičkoj obradi podataka neophodnih za smanjenje rizika.

Smisao faktora za procenu rizika u svakodnevnim aktivnostima Vojske i njegovog značaja prikazan je slikom 2.

Goal: Specifične situacije van misije



Slika 2: Značaj faktora za procenu rizika u borbenim operacijama

Može se konstatovati da su najvažniji faktori za procenu rizika u svakodnevnim aktivnostima Vojske orijentisani na procenu i definisanje obaveza jedinica i pojedinaca van misija Vojske i na ometajuće faktore koje pruža okruženje u kojem jedinica je raspoređena. Najmanji značaj predstavlja stanovništvo, jer je Vojska kao sistem zatvorena i na neki način izolovana od neposrednog uticaja stanovništva.

Navedene kategorije imaju svoje univerzalno značenje u operacijama bilo koje vrste i van operacija, tako da ih tako i treba razvijati kroz izgradnju operativnih sposobnosti jedinica Vojske i istovremeno trebaju biti u funkciji vojnog menadžmenta kao nauke koju koriste i druge naučne discipline. To su osnovni faktori u proceni rizika u operacijama Vojske i u svakodnevnim aktivnostima. Obezbeđuju komandama i komandantima da proces odlučivanja [1] bude u funkciji prihvatanja minimalnih rizika i svodenje rizika na razuman i prihvatljiv nivo. Oni su deo usvojenih standarda izraženih kroz proces donošenja vojnih odluka.

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazano da analitički hijerarhijski proces, kao metoda operacionih istraživanja, može se uspešno primeniti u procesu identifikovanja i rangiranja faktora relevantnih za procenu rizika, kao kategoriji koja ima značajan udeo u celokupnom procesu odlučivanja. To je posebno značajno za komandanta i komande koji su akteri ovih procesa, jer daju osnovne vrednosti izražene u kvantifikaciji određenih kriterijuma, što predstavlja korak napred ka donošenju realnih odluka koje mogu ostvariti definisane ciljeve.

Na osnovu dobijenih rezultata konstatovana je važnost faktora i njihov udeo u proceni rizika kao sastavnom elementu procesa odlučivanja i uopšte komandovanja određenim jedinicama i sastavima Vojske.

Važnost primene analitičkog hijerarhijskog procesa, u kombinaciji sa drugim metodama, pokazuje da je neophodno u procesu odlučivanja uvažavati kvantifikovane podatke kao pokazatelje pri izboru kursa akcije. Takođe, značajno je napomenuti da komandovanje kao elemenat svake operacije, uključujući i svakodnevne aktivnosti predstavlja ključni segment procene rizika koji prati operaciju od momenta planiranja, organizovanja i izvođenja, pa do dezangazovanja snaga.

Institucionalizovani faktori za procenu rizika ukazuju na svu složenost procene rizika i time jasno upućuju na njegov značaj koji treba imati u vidu pri osposobljavanju komandi i jedinica svih nivoa Vojske Srbije.

LITERATURA

- [1] GŠ VS, (2011). Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije, Beograd.
- [2] Headquarters Department of the Army Washington, DC. Field Manual No. 5-19. (2006). Washington, DC, July 2006.
- [3] Karović, S., Lojić, R., Ristić, S., Radončić, H. (2012). Procena rizika u procesu donošenja vojnih odluka. Zbornik radova (437-440), (SYMOPIS 2012), Tara 25-28. Septembar.
- [4] Karović, S., i dr., (2011). Analitički hijerarhijski proces kao podrška odlučivanju angažovanja snaga u odbrambenoj operaciji, SYMOPIS 2011, Zlatibor.
- [5] Radončić, H., Karović, S. (2012) Primena analitičkog hijerarhijskog procesa u određivanju značaja komandovanja u operacijama pomoći civilnim organima vlasti, Zbornik radova (437-440), (SYMOPIS 2012), Tara 25-28. Septembar.
- [6] Saaty, T.L., Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Orocess, RWS Publications, 4922 Ellsworth Ave., Pittsburgh, PA 15213.
- [7] Čupić, M., Tumala, V.M.; Savremeno odlučivanje, metoda i primena, Naučna knjiga, Beograd, 1991.



INTEGRALNI MODEL MERENJA PERFORMANSI ORGANIZACIONIH SISTEMA U PROIZVODNOJ LOGISTICI

THE INTEGRATED MODEL OF MEASUREMENT PERFORMANCES OF ORGANISATION SYSTEMS IN PRODUCTION LOGISTICS

VELJKO PETROVIĆ¹, BRANKA LUKOVIĆ²

¹ Uprava za odbrambene tehnologije SMR MO, Beograd, veljko.petrovic@mod.gov.rs

² Uprava za odbrambene tehnologije SMR MO, Beograd, branka.lukovic@mod.gov.rs

Rezime: Ovaj dokument prikazuje primenu metodologije *Balanced Scorecards* za merenje performansi u sistemima odbrane razvijenih zemalja sa osvrtom na organizacije profitnog karaktera koje se bave proizvodnjom naoružanja i vojne opreme kao i mogućnosti za razvoj integrisanog modela za merenje performansi u organizacionim sistemima proizvodne logistike.

Ključne reči: Karte uravnoteženih rezultata, performanse, proizvodna logistika.

Abstract: This document presents applying methodology *Balanced Scorecards* in developed countries with the particularly view on defence systems and revenue organisations wich made armament and military equipment, as well presents capability for development model for measurement performances in systems at field of production logistics.

Keywords: *Balanced Scorecard*, performance, production logistics.

1. UVOD

Merenje performansi predstavlja upravljački proces stratejskog i integralnog karaktera koji omogućava ostvarenje uspeha organizacije kroz poboljšanje njenih performansi, koordiniranje efikasnosti poslovnog funkcionisanja unutrašnjih jedinica, alokacije resursa u organizaciji i razvoja individualnih i grupnih sposobnosti radi stvaranje organizacije konkurentne na razvijenim tržištima (Armstrong, 2000). S tim u vezi, merenje performansi predstavlja podproces procesa kontrole koji i sam mora da bude adekvatno dizajniran, vođen i stalno unapređivan kako bi se efikasno realizovao.

Primarni cilj procesa merenja performansi jeste kontinuirano praćenje aktivnosti i rezultata koji vode stvaranju vrednosti za zainteresovane strane pomoću odgovarajućih finansijskih i nefinansijskih merila performansi. Rezultati procesa merenja performansi predstavljaju značajnu informacionu bazu za menadžere na svim nivoima koja im omogućava da analiziraju ostvarene performanse u odnosu na planirane, u odnosu na konkurente ili sa dinamičkog aspekta podršku u donošenju adekvatne odluke. Takođe, pomenuti rezultati, pomažu menadžerima da razumeju uzroke ostvarenih performansi i usmeravaju ih u pravcu poboljšanja njihovih budućih vrednosti. Proces merenja performansi može biti značajan motivacioni i stimulacioni faktor u obavljanju poslovnih aktivnosti svake organizacije. Integrisanim pristupom uz primenu savremenih dostignuća, metoda i tehnika iz oblasti stratejskog upravljanja može se razviti model zasnovan na visokom nivou organizacione kulture merenja performansi.

Osnovne karakteristike, ujedno i prednosti sistema merenja performansi ogledaju se u integrisanju svih komponenti performansi u univerzalna merila, nakon toga u otvorenost, odnosno transparentnost procesa merenja, kao i u organizaciono fokusiranje na bazične ciljeve poslovnog funkcionisanja, čiji se stepen realizacije upravo i izražava veličinom pojedinih performansi.

Jedna od polaznih pretpostavki i preduslova za razvijanje sistema merenja performansi sadržana je u formulisanju seta univerzalnih principa koji su ujedno i pravila za merenje performansi (Reillz, 2000):

- merenje treba da bude sistematično i da podržava realizovanje korporativne strategije, a samim tim, stvaranje vrednosti za zainteresovane strane,
- logika svakog merila treba da bude jasna a svaki elemenat performansi treba da bude merljiv,
- sistem merenja treba da je jednostavan za primenu,

- svaka organizaciona celina treba da kreira svoj set prilagodjenih merila, naravno u skladu sa merilima organizacije višeg nivoa po kaskadnom principu,
- rezultati merenja treba da budu dostupni svim zainteresovanim stranama,
- merila treba da su definisana i konzistentna sa strategijskim ciljevima organizacije i njegovim konkurentnim strategijama,
- merila treba da imaju dinamički karakter i da prate promene procesa u internom i eksternom okruženju.

Navedeni principi su opšteg karaktera, pa stoga, predstavljaju određenu vrstu standarda čija primena zavisi od individualnih potreba organizacije i internog poslovnog ambijenta.

2. PRIMENA KONCEPTA KARTE URAVNOTEŽENIH REZULTATA U MERENJU PERFORMANSI SISTEMA

Merenje performansi je važna komponenta procesa upravljanja organizacijom, kojom se kroz kontrolnu aktivnost poslovanja identifikuju ključni faktori uspeha samog procesa. Primarna svrha procesa merenja performansi jeste u praćenju aktivnosti i rezultata koji vode stvaranju vrednosti za različite zainteresovane strane organizacije, kao konstituente u izvršavanju njegovih poslovnih procesa. Efikasan proces merenja performansi zahteva redefinisane tradicionalnih načina merenja, koji su prvstveno bazirani na računovodstvenim finansijskim izveštajima i ex post orijentisanim finansijskim pokazateljima.

To se postiže afirmisanjem integralnog pristupa merenju koje se zasniva na primeni koncepta Balanced Scorecards (Karte uravnoteženih rezultata) kao dokazanog sredstva za operacionalizaciju i implementaciju strategije. Na uspešan način se rešava problem prevodjenja strategijskog, na nivo operativnog upravljanja, pružajući pri tome jasnu sliku o uzročno-posledničnim vezama između pojedinih elemenata strategije.

Počev od 1991. godine, ovaj menadžerski alat za merenje performansi organizacije, ujedno podrška za implementaciju strategije svoju primenu nalazi u privatnom sektoru, bazirajući se na osnovnoj ideji da je moguće upravljati onim stvarima koje su merljive. Obrnuto, ako se nečim ne može upravljati ne može se očekivati ni unapredjenje tog dela.

Već posle 1999. godine postaje široko prihvaćen u javnom sektoru, a prva implementacija je realizovana u Ministarstvu odbrane Sjedinjenih Američkih Država i Velike Britanije. Koncept Karti uravnoteženih rezultata, razvijen od strane dvojice najpoznatijih autora u oblasti finansijskog poslovanja Kaplana i Nortona, od samog početka bio je predodređen na uspeh. Naime, koncept je rešavao značajan problem sa kojim su se suočavali menadžeri mnogih, naročito velikih kompanija, u pogledu nesavršenosti kriterijuma za ocenjivanje i načina za merenje uspešnosti kompanije. Tvorcima koncepta su uspeli da izgrade jednostavan i logičan sistem za merenje performansi preko četiri perspektive u isto vreme i, upravo time, otklonili osnovnu slabost prisutnu kod ranijih sistema – jednostran pristup poslovnim izazovima.

Pomenuti autori u svojim radovima (Kaplan, 2000) iznose imponantne rezultate koje je, sa postojećim zaposlenim, prilagođavajući se novoj strategiji zasnovanoj na Karti uravnoteženih rezultata, ostvarila kompanija *Mobil North American Marketing and Refining*, za manje od dve godine postajući lider u oblasti industrijske proizvodnje po ostvarenom profitu. Od momenta lansiranja nove strategije, kompanija je povećala stopu dobiti po ulozenim sredstvima (return on capital employed) sa 6% na 16%, a troškovi poslovanja su smanjeni za 20%. Paul Niven u svojoj knjizi „Balanced Scorecard Step By Step“ iznosi podatak da je do 2001. godine blizu polovine od 1000 najuspešnijih organizacija u svetu, prema rangiranju poznatog svetskog časopisa Fortune, implementiralo koncept Karte uravnoteženih rezultata.

Široko prihvaćen i efektivan menadžerski alat zastupljen u velikom broju organizacija u svetu sa tendencijom daljeg rasta, koncept Karti uravnoteženih rezultata je, po oceni prestižnog časopisa Harvard Business Review, javno pohvaljen kao jedna od 75 najuticajnijih ideja u toku dvadesetog stoleća.

Nasuprot tome, u radovima jednog broja autora su iznete činjenice u vezi sa problemima implementacije koncepta sa posebnim naglaskom na zabrinjavajuće podatke u pogledu procenta zaposlenih koji ne razume strategiju organizacije. Tako Paul Niven iznosi statističke podatke prema kojima samo 10% organizacija izvršava svoju strategiju, a ključne barijere koje otežavaju ili onemogućavaju implementaciju strategije su:

- samo 5% zaposlenih razume strategiju,
- samo 25% menadžera je podsticajno vezano sa strategijom organizacije,
- 85% izvršnih timova troši manje od jedan sat na mesečnom nivou da diskutuje o strategiji,
- 60% od ukupnog broja kompanija ne vezuje strategiju sa budžetom.

Isti autor navodi podatak da magazin Fortune ukazuje da 70% grešaka koje prave izvršni menadžeri u pogledu primene strategije potiče ne kao rezultat loše strategije već kao rezultat loše implementacije.

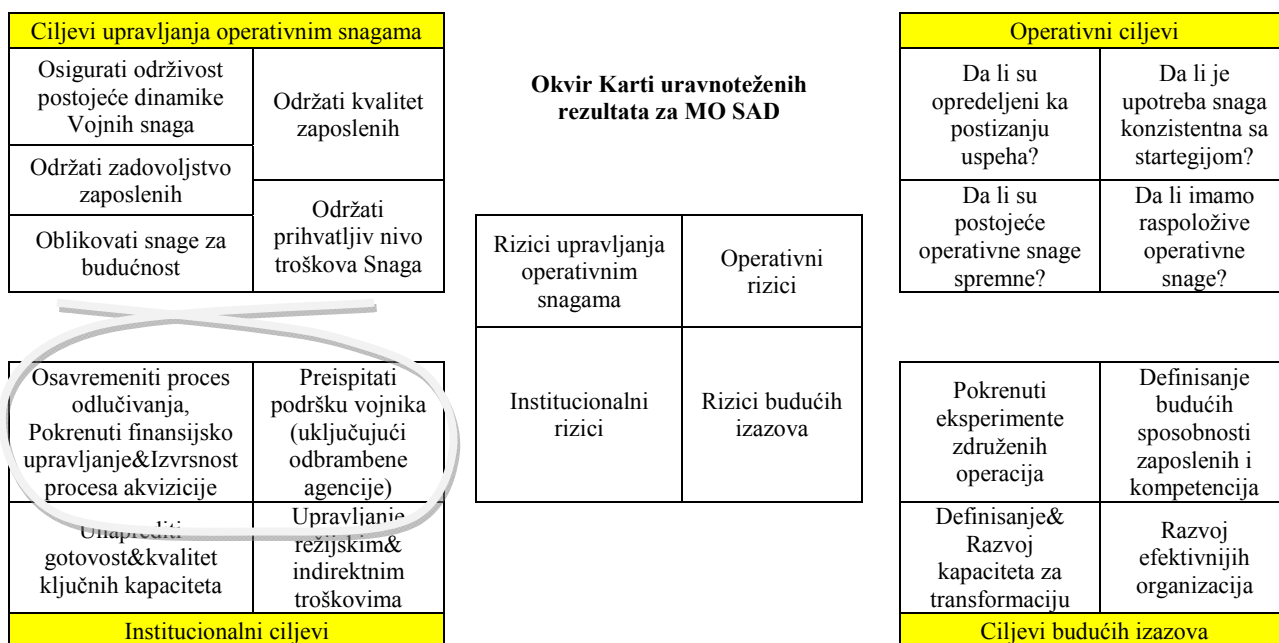
I pored iznetih problema, doprinos koncepta Karti uravnoteženih rezultata u odnosu na druge, poznate i u praksi korišćene menadžerske alate, se ogleda u njegovim mogućnostima da generiše sistem za merenje

performansi prema viziji i strategiji organizacije. Svrha sistema merenja performansi nije više u traženju krivaca za neuspeh organizacije, već u usmeravanju poslovnih aktivnosti ka ostvarivanju vizije i strategije.

Ovaj koncept obezbeđuje da se vizija i strategija prevedu u sistem konkretnih ciljeva i merila čije dostizanje se sistemski i redovno prati, a aktivnosti zaposlenih fokusiraju na one segmente poslovanja koji su kritični za realizaciju ciljeva i strategije. Time, Karte uravnoteženih rezultata prerastaju uloga sistema za merenje performansi u sistem za sprovođenje strategije, odnosno nedeljivu celinu strategijskog upravljanja.

3. KARTE URAVNOTEŽENIH REZULTATA U SEKTORU ODBRANE

Karte uravnoteženih rezultata su razvijene u Sjedinjenim Američkim Državama i, shodno tome, inicijalni interes i upotreba se dešavaju u Sjedinjenim Američkim Državama i Evropi. Ministarstvo odbrane SAD koristi Karte uravnoteženih rezultata niz godina unazad. U skladu sa sugestijama Kaplana i Nortona, Karte rezultata su skrojene uvažavajući organizacione potrebe pa su nazivi i sadržaj perspektiva promenjeni u odnosu na izvorno projektovanu formu. Karta rezultata najvišeg nivoa sa svojim perspektivama i ciljevima data je na slici 1. Kao što se može primetiti, postoji posebna perspektiva "ljudi" (ciljevi upravljanja operativnim snagama) a oblasti finansija, resursa i procesa su pokrivene jednom perspektivom (Institucionalni ciljevi). Perspektiva operativnih ciljeva je u stvari perspektiva kupaca, a budući izazovi pokrivaju Inovacije i učenje.



Slika 1: Karta uravnoteženih rezultata MO SAD

Ministarstvo odbrane Velike Britanije je uvelo Karte uravnoteženih rezultata 1999. godine radi korišćenja od strane Odbora za upravljanje odbranom i nosilaca budžetskih sredstava na najvišem nivou. Prilikom prezentovanja mogućnosti i svrsishodnosti korišćenja Karti uravnoteženih rezultata na Akademiji odbrane Velike Britanije u toku 2001. godine, Odbor za upravljanje odbranom je tada izneo sledeću tvrdnju (Cleary, 2006): „Karte uravnoteženih rezultata predstavljaju alat za upravljanje, a ne samo za izveštavanje o performansama. One bi trebalo da omoguće Odboru za upravljanje odbranom da izvrši sveobuhvatnu i potpunu ocenu kako ministarstvo radi, u cilju donošenja odluka gde pojedine napore trebamo da usmerimo.“ U toku 2001. godine, Kaplan i Norton su Ministarstvu odbrane Velike Britanije dodelili status "Hall of fame" kao priznanje za postignuti uspeh u razvoju, implementaciji i korišćenju Karti uravnoteženih rezultata. Time je to ministarstvo postalo prvo iz javnog sektora kome je van granica SAD dodeljena ova prestižna nagrada.

Iako Karte uravnoteženih rezultata odbrane Velike Britanije imaju četiri perspektive (u skladu sa izvornom verzijom), nazivi perspektiva i sadržaj je izmenjen ili prilagodjen u skladu sa ulogom Ministarstva odbrane. U tom slučaju perspektiva kupaca je postala *Svrha* (organizacije), finansijska perspektiva je proširena i pokrivena u celini *Resursima*, perspektiva internih poslova je pokrivena *Procesima podrške*, dok je perspektiva Inovacija i učenja postala *Buduće Sposobnosti*. Primetno je da se nazivi perspektiva i ciljeva menjaju svake godine što je odraz novih spoznaja u pogledu korišćenja Karti uravnoteženih rezultata.

Karte uravnoteženih rezultata odbrane Velike Britanije za period 2005-07 je dat na slici 2. Sa slike je primetno da su perspektive kupaca i finansija zamenile mesta. Ovo je sugestija Kaplana i Nortona kojom

ukazuju da perspektive pohranjuju jedna drugu. Naime, *Inovacije i učenje* pohranjuju perspektivu Internih poslovnih procesa, koja, dalje pohranjuje perspektivu *Kupaca*, a ova perspektivu *Finansije*. Uvažavajući specifičnosti javnog sektora, *Finansije* pohranjuju ciljeve kupaca i dalje se proces nastavlja. U konačnom obliku, sadržaj perspektiva u Karti rezultata odbrane je transformisan u sledeću formu: *Svrha* razmatra da li smo usklađeni sa današnjim izazovima i spremni za sutrašnje zadatke; *Resursi* razmatraju da li možemo na najbolji način da obezbedimo korišćenje resursa; *Proces podrške* pita da li je organizacija visokih performansi i *Buduće Sposobnosti* da li smo izgradjeni za buduće uspehe.

<p>Svrha</p> <p>A Trenutne operacije: Uspeti u operacijama i vojnim aktivnostima danas</p> <p>B Buduće operacije: Biti spreman za sutrašnje aktivnosti</p> <p>C Politika: Rad sa saveznicima, drugim vladama i multilateralnim institucijama radi obezbedenja bezbednosnog okvira koji obuhvata nove pretne i nestabilnosti</p> <p>D Šire upravljanje: Dati širi doprinos Vladinom Planu reformi u zemlji i dostizanje naših PSA i PPA ciljeva.</p>	<p>Da li smo prilagođeni za današnje izazove i spremni za sutrašnje zadatke?</p>
--	--

Da li smo obezbedili korišćenje resursa na najbolji mogući način?

Da li smo mi visoko izvršna organizacija?

<p>Resursi</p> <p>E Finansije: Maksimiziranje naših ishoda u okviru alociranih finansijskih resursa</p> <p>F Ljudski resursi: Osigurati da imamo ljude koji nam trebaju</p> <p>G Infrastruktura: Održavanje infrastrukture u potrebnom obimu i kvalitetu na način koji obezbeđuje održivost, a radi dostizanja ciljeva odbrane</p> <p>H Reputacija: Jačanje reputacije među našim ljudima i spolja</p>	<p>Zaštita Velike Britanije i njenih interesa: delovanje kao snaga za dobrobit u svetu</p>	<p>Procesi podrške</p> <p>I Upravljanje kadrovima: Upravljanje i investiranje u naše kadrove da dobijemo od njih ono najbolje</p> <p>J Bezbednost i zdravlje: Sigurno okruženje za naše osoblje, ugovarače i posetioce</p> <p>K Logistika: Podrška i održivost naših vojnih snaga</p> <p>L Upravljanje poslovnim aktivnostima: Pružanje unapređenih načina rada</p>
---	---	--

Da li se izgrađujemo za budući uspeh?

<p>Buduće sposobnosti</p> <p>M Budući efekti: Fleksibilnije Vojne snage koje pružaju veće efekte</p> <p>N Efikasnost i promene: Fleksibilnije organizacije i procesi za podršku Vojnih snaga</p> <p>O Buduće sposobnosti i infrastruktura: Napredak u budućoj opremi i kapitalnim investicionim projektima po vremenu, kvalitetu i procenjenim troškovima</p> <p>P Budući planovi kadrova: Razvoj veština i profesionalnog iskustva koje nam treba za sutra</p> <p>Q Nauka, inovacije i tehnologija: Eksploataisanje novih tehnologija</p>
--

Slika 2: Karta uravnoteženih rezultata MO Velike Britanije (Plan ministarstva 2005-09)

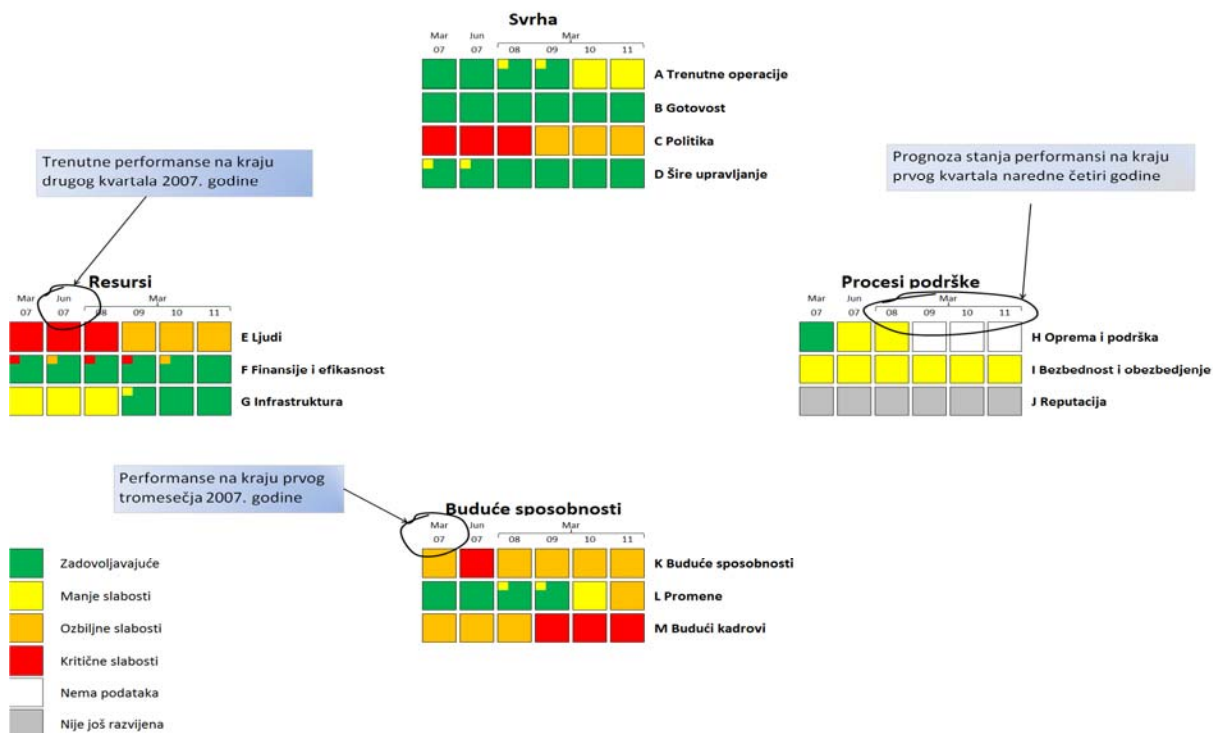
Prikaz dat na slici 3. predstavlja hipotetički primer Karti rezultata u formatu prilagođenom za izveštavanje koji je prezentovan na Akademiji odbrane Velike Britanije. Karta rezultata u ovakvom obliku se kontinuirano prati, a kvartalni izveštaj usvojen od strane Odbora za upravljanje odbranom Velike Bitanije publikuje na sajtu Ministarstva odbrane i Ministarstva finansija. Različite boje na vrlo jednostavan način ilustruju nivo dostizanja ciljeva i njihovu međusobnu povezanost. Procesom izveštavanja je obuhvaćen kvartal unazad, trenutno stanje i prognoze očekivanog stanja za naredne četiri godine. Izbor perioda izveštavanja je odlukla same organizacije.

Posmatrajući boje, može se uočiti niz boja sa sledećim značenjem: crvena–kritične slabosti, oker–ozbiljne ili značajne slabosti, žuta–manje slabosti i zelena–zadovoljavajuće. Pored pomenutih, bela boja ilustruje da organizacija ne raspolaže podacima u vezi određene performanse i ljubičasta da peformansa još uvek nije razvijena.

Neke Karte rezultata koriste obojene lampice u uglovima signalizirajući da postoji jedno ili dva merila koji su značajno drugačiji u odnosu na većinu merila koji pokazuju nesporn nivo performansi. Na primeru kadrova se može razmotriti korišćenje Karti rezultata kao alata za strategijsko upravljanje.

Kod perspektive *Resursi* uočavamo da je performansa ljudi na nivou kritičnih slabosti tokom 2007. godine i to su prognoze za 2008. godinu a prelazak na povoljniji nivo se prognozira tek u prvoj polovini 2009. godine. Ovo se objašnjava činjenicom da je zaustavljen proces regrutovanja novog kadra.

Kod perspektive *Svrha* uočavamo da performanse trenutnih sposobnosti koje su u 2007. i 2008. godini na zadovoljavajućem nivou počinju prema prognozi za 2008. i 2009. godinu da po pojedinim merilima doživljavaju manje slabosti, a tokom 2010. i 2011. po svim merilima, što se može povezati sa zaustavljenim procesom regrutovanja novog kadra.



Slika 3: Karta uravnoteženih rezultata MO Velike Britanije u formatu izveštavanja

Kod perspektive Proceni podrške uočavamo već u junu 2007. godine pogoršanje performansi sa zadovoljavajućeg nivoa na nivo manjih slabosti, a opet kao posledica nedovoljnog priliva kadra, da bi se, prema predviđanjima, od 2009. pa nadalje sistem suočio sa problemom nedostatka adekvatnih podataka. Ovde se vrlo jasno uočava nepovoljan uticaj regrutovanja kadra u svim sferama pa i u oblasti logističke podrške i pored činjenice da je uz manje oscilacije prisutno stabilno finansiranje u čitavom razmatranom periodu.

I na kraju, razmotrićemo stanje perspektive Buduće sposobnosti sa aspekta performanse Budući kadrovi gde se uočava postepeni prelazak iz stanja ozbiljnijih slabosti u stanje kritičnih slabosti, što opet možemo povezati sa nepovoljnim regrutnim kontingentom kadra.

Dakle, kod svih ili većine viđenih ciljeva, uočava se pogoršanje u performansama kao rezultat promena nastalih u perspektivi Resursi. Prema tome, Izveštaj iz Karti uravnoteženih rezultata pokazuje Odboru za upravljanje da, iako su preduzeli potrebne akcije u pogledu izvesnosti budžeta do kraju finansijske godine, primenjivane metode i postupci imaju štetne posledice na organizacione ishode, kao i na resurse i buduće sposobnosti koje su potrebne za dostizanje ishoda u budućnosti. Pored očigledne svrhe unutar Ministarstva odbrane, Karte uravnoteženih rezultata se takođe koriste za izveštavanje Vlade. Alat nudi potrebne evidencije kao argument za traženje većih resursa, a sve u cilju dostizanja boljih efekata.

Za Bord za upravljanje odbranom, pristup upravljanju primenom Karti uravnoteženih rezultata obezbeđuje jednostavne, jasne iskaze strategijskih namera Saveta odbrane i Borda za upravljanje odbranom. Koncept Karti rezultata nudi nesumnjivo najsveobuhvatan prikaz performansi u odnosu na bilo koji alat za merenje performansi korišćen u prethodnom periodu. Njegov jasan fokus na ishode, pre nego na jednostavna finansijska merila pruža slikovit pogled na to kako različite komponente performansi utiču jedna na drugu i obezbeđuju dostizanje ključnih ciljeva.

4. KARTE URAVNOTEŽENIH REZULTATA U PROIZVODNOJ LOGISTICI

U prethodnom delu dat je prikaz uspešne implementacije sistema upravljanja strategijom zasnovanom na konceptu Karti uravnoteženih rezultata u javnom sektoru, sa osvrtom na oblast odbrane.

Organizacija Palladium Group, specijalizovana za implementaciju strategije u realan život, svake godine dodeljuje prestižnu nagradu *Palladium Balanced Scorecard Hall of fame* za izuzetne rezultate u pogledu implementacije strategije i obezbedjenje održivih performansi. Godišnji izveštaj ove organizacije objavljuje spisak najuspešnijih organizacija u svetu koje su u toku kalendarske godine uspele da osvoje ovu prestižnu nagradu. Analizirajući do sada ostvarene rezultate, časopis Fortune u maju 2012. godine objavio je pregled 500 najuspešnijih kompanija u svetu. U navedenom pregledu, zastupnjeno je 14 kompanija čija je pretežna delatnost oblast aeronautike i odbrane, a parametri ostvarenih rezultata dati u Tabeli 1.

Tabela 1: Pregled kompanija iz oblasti aeronautike i odbrane koje pripadaju grupi 500 naujspešnijih u svetu

Rang	Kompanija	Rang prema Fortune 500	Dohodak		Profit	
			Milioni \$	% promena u odnosu na 2010.	Milioni \$	% promena u odnosu na 2010.
1	Boeing	39	68,735.0	6.9	4,018.0	21.5
2	United Technologies	48	58,190.0	7.1	4,979.0	13.9
3	Lockheed Martin	58	46,692.0	-0.4	2,655.0	-9.3
4	Honeywell International	77	37,059.0	11.1	2,067.0	2.2
5	General Dynamics	92	32,677.0	0.6	2,526.0	-3.7
6	Northrop Grumman	104	28,058.0	-19.3	2,118.0	3.2
7	Raytheon	117	24,857.0	-1.3	1,866.0	1.4
8	L-3 Communications	174	15,169.0	-3.3	956.0	0.1
9	Textron	236	11,275.0	7.1	242.0	181.4
10	Goodrich	319	8,074.9	15.9	810.4	40.0
11	Precision Castparts	387	6,267.2	13.1	1,013.5	9.9
12	Exelis	422	5,839.0	N.A.	326.0	N.A.
13	Alliant Techsystems	491	4,842.3	0.7	313.2	12.4
14	Rockwell Collins	496	4,825.0	3.4	634.0	13.0

Polazeći od NATO definicije proizvodne logistike koja kaže da „Proizvodna logistika uključuje onaj deo logistike koji se odnosi na istraživanje, projektovanje, razvoj, izradu i usvajanje sredstava.“ i činjenice da su u svetu zastupljene proizvodne kompanije u oblasti aeronautike i odbrane koje imaju uspešno implementiran koncept Karte uravnoteženih rezultata, otvara se prostor za razmišljanje u pravcu izrade integrisanog modela merenja performansi u organizacionim sistemima proizvodne logistike u sistemu odbrane Republike Srbije. Ovaj model bi obuhvatio sve one prosee koji su karakteristični za proizvodnu logistiku (istraživanje, razvoj, izrada i usvajanje sredstava) i organizacione sisteme u kojima se ti procesi realizuju. Praksa je pokazala da su u sistemu odbrane Republike Srbije prisutni pojedini elementi praćenja performansi usklađeni sa funkcionalnim nadležnostima i ciljevima organizacije, ali integralni pristup merenju i upravljanju performansama organizacionih sistema u proizvodnoj logistici koji realizuju pojedine faze u životnom veku sredstva naoružanja i vojne opreme nije zaživeo niti postoje za praksu relevantni rezultati. Primenom koncepta Karte uravnoteženih rezultata kao sistema za strategijsko upravljanje generisala bi se strategijska mapa na nivou nosioca razvoja činioca sposobnosti Naoružanje i vojna oprema a kaskadnim principom bi se izvršilo usklađivanje na nivou: nosioca istraživanja i razvoja kao neprofitne organizacije; nosioca ispitivanja, nosioca kontrole i nosioca standardizacije i kodifikacije, takođe kao neprofitnih organizacija i nosioca proizvodnje kao profitne organizacije.

5. ZAKLJUČAK

Rad identifikuje značajnu ulogu merenja i upravljanja performansama u organizaciji sa naglaskom na funkcije kontrole, komunikacije, prioritetizacije i usmeravanje progressa ka dostizanju organizacionih ciljeva. Karte uravnoteženih rezultata se uvode kao koristan alat organizaciji u razvoju strategije, oceni i upravljanju performansama. Karte uravnoteženih rezultata objašnjavaju i komuniciraju strategijske namere upravljačkog tela, jednostavno i efektivno korišćenjem strateške mape. Primeri uspešnog korišćenja ovog koncepta u ministarstvima odbrane Velike Britanije i Sjedinjenih Američkih Država, kao i kompanijama čija pretežna delatnost je u oblasti aeronautike i odbrane predstavljaju dobar osnov za razmatranje njegove primene u sistemu odbrane Republike Srbije sa aspekta razvoja modela za integrisano merenje performansi u organizacionim sistemima proizvodne logistike.

LITERATURA

- [1] Armstrong, M. (2000). Performance Management, Key Strategies and Practical Guidelines. Kogan Page, 2.
- [2] Reillz, P.G., Reillz, R.R. (2000). Using a measure network to understand and deliver value. Journal of cost management.
- [3] Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (2000). Having Trouble with Your Strategy? Then Map It. Boston: Harvard Business Review.
- [4] Cleary, R. L., & McConville, T. (2006). Managing Defence in a Democracy. Cranfield University.



DETERMINISTIČKO MODELIRANJE KVALITETA VATRENE MOĆI VAZDUHOPLOVA NAORUŽANOG VBR LANSERIMA NEVOĐENIH RAKETA

DETERMINISTIC MODELING OF AIRCRAFT FIRE POWER QUALITY WEAPONIZED BY MLRS LAUNCHERS

DALIBOR PETROVIĆ¹, MOMČILO MILINOVIĆ², MITAR KOVAČ¹, OLIVERA JEREMIĆ²

¹ Univerzitet odbrane, Vojna akademija, Beograd, dalibor.petrovic@mod.gov.rs

² Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, mmilinic@mas.bg.ac.rs

Rezime: U ovom radu rešavan je zadatak vazduhoplovne podrške rafalima višecevnih bacača raketa na grupno raspoređene ciljeve. Za određivanje kvaliteta efikasnosti vatrene moći vazduhoplova, korišćena je uporedna metodologija Lanchester-ovog modela boja za slučaj kada se ciljevi ne brane, a postoji vatra rizika, koja se ostvaruje slučajnim nepripremljenim gađanjem. Modelom je definisan potreban broj projektila u svakom od vazduhoplovnih rafala za različite grupno, raspoređene tačkaste ciljeve. Metodologija je sprovedena za slučaj jediničnih poligonskih snaga vazduhoplovne platforme za dejstvo na ciljeve, raspoređene po grupama, na dublje i bliže taktičke daljine, duž linije dodira snaga plavih i crvenih kroz definisani matematički model boja.

Ključne reči: Lanchester-ove jednačine, modeliranje boja, poligonske snage, borbene snage, vazduhoplovna podrška.

Abstract: In this paper the air support of ground forces have been considered by MLRS air weapon ripples on the group disposed point targets. The methodology of Lanchester equations of battle is used as redesigned for the cases when targets do not reciprocate fire, but exists risk damage represented by reciprocate single area fire resistance (unprepared battle). This was used as the quality efficiency for the aircraft air mission estimations. Model determines the number of rocket projectiles in the each of air ripples for the diferent group disposed ed point targets. Methodology have been provided for the case of unit combat forces of air platform to attack target groups dispersed on the flight path in the mission on the deep and close red and blue forces battle contact line distances.

Keywords: Lanchester equations, battle modeling, unit air fire power, combat forces, air support.

1. UVOD

Matematički modeli boja (J.S.Przemieniecky. 2000, Vencelj J.1973) zasnovani na Lanchester-ovim diferencijalnim jednačinama razrađeni su za veliki broj slučajeva takozvanih crvenih i plavih u sukobu. U takvim modelima predpostavlja se, najčešće, verovatnoća pojedinačnog pogotka svakog ispaljenog projektila, pri čemu se učestalost ispaljenih projektila definiše brzinom vatre oružja sa kojim se raspolaze. U sumarnom paketu gađanja snaga plavih i crvenih, obično se usvaja sukob naoružanja, čiji se efekat meri dejstvom na pojedinačne činioce i objekte, kao komponente sastava snaga. Dati matematički modeli ne razmatraju tipove objekata dejstva i zavisno od početnih pretpostavki, oni mogu biti: pojedinac, učesnik u sukobu, ili njegov borbeni objekat (tenk, avion, brod, itd.) tj. platforma. Zbog toga ovi modeli teško iskazuju borbene mogućnosti samih platformi ili naoružanja, čija tehnološka svojstva mogu biti veoma napredna i poželjna, ali se u sukobu teško iskazuju matematičkim Lanchester-ovim jednačinama boja, u kojima se pojavljuje samo verovatnoća pogotka, brzina vatre i broj snaga. Sa druge strane, verifikacija kvaliteta naoružanja teško se može oceniti u boju samo takozvanom vatrenom moći, kroz brzinu vatre i verovatnoću pogotka pojedinačnog projektila (D. P. Valcourt 2009), koje jedino učestvuju u pomenutim jednačinama. Zbog toga je uputno formirati kombinovani model čiji bi cilj, prevashodno, bio ocena jedinične naoružane borbene platforme, namenjene jednom tipu dejstva, na iste ciljeve različite ranjivosti, brojnosti i raspoređenosti. Takva ocena je u mnogome bolji reprezent taktičko-tehničkih zahteva same platforme i njenog stepena homogenosti (jednorodnosti) raspoloživog naoružanja. Time se specifičnost modeliranja boja svodi na pitanje: šta, može idealno, bez očekivanog rizika boja takva platforma u taktičko-tehničkom smislu

i koliko rizici boja mogu da utiču na njene vatrene kapacitete. Kao tipičan primer ovakve platforme može se usvojiti vazduhoplovna platforma za neposrednu vatrenu podršku kopnenim snagama, koja po dejstvu na cilj u mnogome liči na artiljerijsku jedinicu, ali po kapacitetu do sada nije potpuno ocenjena i upoređena sa istom. U ovom radu biće sproveden približni postupak za ocenu zaprečnog vazduhoplovnog dejstva jednog vazduhoplova naoružanog višecevnom bacačima raketa različitog kalibra i dejstva na cilj, kao osnov, za određivanje poligonske snage (Priručnik RV i PVO 1980), ali i kao osnov za mogućnost naoružavanja i nosivosti takve platforme u kompatibilnom planiranju združene vatrene moći sa artiljerijom.

2. OSNOVNE TAKTIČKO - TEHNIČKE HIPOTEZE I PODACI ZA SIMULACIJU

U konceptu neposredne vazduhoplovne podrške najčešće se koristi metod gađanja ciljeva na kopnu po tkz., pozivu ili kao prethodna priprema neke od snaga u sukobu (M. Milinović , i ostali 2013, J. Tyler Gabriel i ostali 2006). Tehnološke mogućnosti vazduhoplovstva analiziraju se, u suštini, po osnovu sledeća dva pitanja:

1. Da li je racionalnije koristiti helikopterske, vazduhoplovne ili kombinovane tehničke mogućnosti vazduhoplovnih borbenih platformi (u novije vreme i bespilotnih naoružanih borbenih letelica), ili borbeni zadatak rešiti artiljerijskim jedinicama.
2. Da li u jednom napadu manjeg intenziteta ima smisla izvršiti unifikaciju vatrene dejstva po tipu municije npr., delovati samo razornim projektilima, bombama ili koristiti projektele prilagođene tipu ciljeva.

Ova dva zadatka, iako su taktičke prirode, u suštini kriju tehnološko pitanje, jer sadrže varijacije tehnoloških mogućnosti, kako platformi, tako i njihovog naoružanja i municije. Prvo pitanje o racionalnosti svodi se na izbor najmanjeg broja snaga sa najbržim reagovanjem, minimalnim rizikom od PA kontra batiranja na maksimalno mogućem dometu. Jasno je da su vazduhoplovi platforme, koje: se najkraće zadržavaju u zoni dejstva; najbrže stižu do određišta raspoređenih ciljeva; ostvaruju puno veće daljine od artiljerije i obično imaju puno veću pojedinačnu nosivost od ostalih vazdušnih i kopnenih platformi integrisanih na jednom pokretnom, vazdušnom, vatrene položaju, pa su zato i dalje u najvišem prioritetu razvoja u programima Evropske Zajednice i širom sveta (European Defence Agency2008).

Odgovor na drugo pitanje je potvrđan i ide u prilog, uglavnom, jednoj vrsti naoružanja, a to su višecevni bacači raketa, koji dozvoljavaju unifikaciju istovetnog i istovremenog vatrene delovanja na različito ranjive ciljeve, upotrebom istih raketa sa različitim bojevim glavama pakovanih u borbene komplete jednog lansera, kao podvesnog tereta vazduhoplova. Dakle, hipoteza o upotrebi što je moguće univerzalnijeg paketa municijskog borbenog kompleta za dejstvo na slične, različito ranjive ciljeve, opravdana je sa aspekta minimalnog broja takozvanih vazduhoplovnih poligonskih snaga za vatrenu podršku manjih taktičkih jedinica, kako u fazi pripreme, tako i u fazi borbenih aktivnosti na kopnu.

U ovom radu biće razmotren vazduhoplov, naoružan municijskim paketom tri osnovna kalibra višecevnih bacača raketa (57mm, 127mm i 128 mm), karakterističnih za vatrenu podršku kopnenim snagama hipotetičkim dejstvom avijacije. Potreban broj projektila u rafalu određen je normativom rafalne vatre zavisno od tipa ciljeva (Milinović M. i ostali 2011). Greške gađanja, prilagođene su brzinama leta normiranih vazduhoplovnim dejstvom. Normirani i hipotetički predpostavljeni podaci dati su u tabeli 1 (Priručnik 1980).

Tabela 1: Karakteristike razmatranog naoružanja na primeru vazduhoplova sa tri tipa borbenog opterećenja VBR - a za podršku na kopnu dejstvom nevođenim raketama

Varijanta naoružanja vazduhoplova	Naziv naoružanja	Broj raketa u lanseru	Broj lansera	Broj raketa na avionu	Vreme rada raketnog motora tr [s]	Vreme leta rakete do cilja t _l [s]	Brzina vatre λ [1/min]	Brzina leta aviona V _a	CEP [m]	rc [m]	Broj pogodaka po cilju ω
1	VBR 57mm	16	4	64	0.7	2.5	18	138	7.9	5	2
2	VBR 128mm	4	4	16	1	2.0	20	138	9	12	1
3	VBR 127mm	4	2	8	1.4	2.2	16	138	10.2	10	1

Potrebne veličine za simulaciju date su sledecim izrazima:

- verovatnoća pogodka jednog cilja jednim projektilom iznosi:

$$P_{ht} = 1 - e^{-0.69313 \frac{r_c^2}{(CEP_{ht})^2}} \quad (1)$$

- verovatnoća uništenja jednog cilja, pogodkom w raketa iz rafala, kada je w normirano, kao broj projektila za uništenje tog cilja, data je sa:

$$P_{Ct}(w) = \frac{P_{ht}}{w} \quad (2)$$

Greške ovakvog modeliranja slične su kao i u ostalim zadacima diferencijalne verovatnoće (Nikolic N., 2012) i ne utiču na kvalitativnu ocenu modela.

3. MODEL INDIVIDUALNOG BOJA I USLOVI SIMULACIJE

U ovom radu upotrebljena je inverzna procedura za ocenu kvaliteta vazduhoplovne podrške, zasnovana na Lanchester-ovim jednačinama (S. Przemieniecky. 2000). Naime, vazduhoplov će gađati otkrivene grupe ciljeva direktnom vatrom nevođenih projektila, dakle, modelom direktnog boja. S obzirom, da snage sa kojima raspolaže jedan vazduhoplov nije moguće razdvojiti po oruđima uništenih u toku boja, kao i da se vazduhoplovu ne mogu suprostaviti brzo reagujući nevođeni projektili PA artiljerijske odbrane, verovatnom pogađanju svakog grupnog cilja u naletu jednog vazduhoplova suprostaviće se samo po jedan ili više rafala jednog PA oruđa u svakoj napadnutoj grupi. Odgovor PA oruđa biće nepripremljenom slučajnom vatrom, a trajanje njegovog dejstva samo onoliko, koliko je letelica boravila u zoni cilja, u toku raketiranja. Verovatnoća pogodka rafalom u takvim uslovima, biće funkcija rizika preživljavanja vazduhoplova za prelaz preko te grupe u toku dejstva na nju. Ukupna verovatnoća oštećenja odgovaraće recipročnoj funkciji verovatnoće preživljavanja, to jest rizika uništenja na više grupa ciljeva. Dakle, matematičko očekivanje uništenja jednog aviona je funkcija rizika njegovog dejstva na napadnutu grupu ciljeva. Ovim se odstupilo od standardnog proračuna verovatnoće savladavanja zone borbenog dejstva artiljerijsko, raketnih jedinica protivvazduhoplovne odbrane (Priručnik RV i PVO 1980) i pristupilo analizi preživljavanja samo jedne letelice, radi dopunske ocene njene vatrene moći umanjene funkcijom rizika (žilavost) samog vazduhoplova na PA odbranu.

Za ovakvo modeliranje uvedene su jednačine pojediničnih učesnika u sukobu, duelu, u kome jedan uvek dejstvuje, a drugi dejstvuje u ponovljenom duelu sve slabiji. Jednačine modela boja za svaki i -ti nalet vazduhoplova na i -tu grupu ciljeva koji se gađaju u tom naletu, a branjeni su jednim PA oruđem glase:

$$\frac{dm_{pi}}{dt} = -\alpha_c \frac{m_c(i)}{m_{pi}} \quad i=1,2,3,\dots \quad (3)$$

i

$$\frac{dm_{ci}}{dt} = -\alpha_p m_{pi} \quad (4)$$

Po navedenoj hipotezi $m_c(i)$ broj PA topova u gađanoj grupi ciljeva, je $m_c(i) = 1$ (uvek samo jedan PA top koji gađa avoin tokom boravka u zoni cilja, direktnom vatrom i ne može se uništiti, niti oštetiti u vazduhoplovnom napadu). Oštećenje vazduhoplova u ovom modelu, predpostavlja da vatra PA odbrane bude sve efikasnija, na račun smanjenja sposobnosti vazduhoplova u svakom i -tom napadu. Vatrene moć vazduhoplovnih naleta, prema jednačini 3, opada na vrednosti sve manje od broja jedan, pri dejstvu na svaku sledeću i -tu grupu ciljeva. To odgovara efektu smanjenja učinka u naletima na sledeće i -te grupe ciljeva. Na ovaj način je iskazan, fiktivno, efekat funkcije rizika usled više naleta na veći broj grupa ciljeva i uključen kao fiktivna veličina smanjenja $m_{p(i)}$ u odnosu na $m_{pi}(0)=1$.

Rizik od dejstva PA topa iskazuje se kroz jednačinu 4 kao sve slabije dejstvo vazduhoplova pri raketiranju na svaku sledeću i -tu grupu ciljeva, koji ne dejstvuju, već su pasivni u toku napada i računaju samo na dejstvo jednog PA sredstva. Sumarni broj uništenih ciljeva $m_{c(i)}$ u svakoj od grupa u uzastopnom vazduhoplovnom raketiranju, ima sve manju vrednost u odnosu na mogućnosti upotrebljenih raketa. Time se iskazuje fiktivno smanjenje raketne vatrene moći izvedene iz rizika vazduhoplova.

Kao početne vrednosti simulacije biće usvojeno da je:

- $m_{c(0)} = M_{ci}$ - broj ciljeva koje vazduhoplov napada (tabela 1),
- $m_c(i) = 1$ - broj ciljeva koji se suprostavlja vazduhoplovu,
- $m_{p(0)} = M_p = 1$ - vazduhoplov koji ulazi u boj,
- $m_{pi}(t) < 1$ - fiktivni vazduhoplov koji menja kvalitet u toku kretanja preko ciljeva zbog povećanja funkcije rizika u toku napada.

Na osnovu usvojenog lako se dokazuje da rešenje jednačine 3, za navedene uslove predstavlja, funkciju, opadanja snage vazduhoplova u svakom intervalu vremena, za interval preleta preko i -te grupe ciljeva, date sledećim izrazom:

$$m_{pi}(t) = \sqrt{m_{p(i-1)} - \alpha_c \cdot m_c(i) \cdot t} \quad (5)$$

Rešenje jednačine preostalih snaga crvenih, vazduhoplovom gađanih M_{ci} ciljeva, jednačina 4, u svakom novom naletu na i -tu grupu, biće:

$$m_{ci}(t) = \frac{\alpha_p}{3\alpha_c} \left(m_{p(i-1)}^2 - 2\alpha_c \cdot t \right)^{\frac{3}{2}} + \left(M_{ci} - \frac{\alpha_p}{3\alpha_c} m_{p(i-1)}^3 \right) \quad (6)$$

Pri svakoj i -toj grupi ciljeva vreme u izrazima 5 i 6, meri se od $t = 0$, do $t = t_{naleta}$. U ovoj simulaciji nalet na jednu grupu od M_{ci} ciljeva traje $t_{naleta} = 15s$. U funkciji 5 moguće je usvojiti i veći broj sredstava PA odbrane $m_c(i)$, ali je za ovu simulaciju usvojeno $m_c(i) = 1$. Posebno je važno naglasiti da posle svakog naleta vazduhoplov izlazi sa vrednošću $m_{p(i-1)}$, pa je to u toku dejstva kroz i -tu grupu konstanta posledica ulaznih vrednosti iz prethodnog naleta tj. delovanja iz $i-1$. grupe. Dakle, u svakom dejstvu na sledeću grupu, konstante u izrazima 5 i 6 su:

$$C1 = m_{p(i-1)} \quad (8)$$

$$C2 = M_{ci} - \frac{\alpha_p}{3\alpha_c} m_{p(i-1)}^3 \quad (9)$$

$$C3 = \frac{\alpha_p}{3\alpha_c} \quad (10)$$

Ovakav model omogućava simulaciju dejstva na više koncentrisanih grupa sa ograničenim otporom uz grupnu ocenu rizika preživljavanja i smanjenje vatrene sposobnosti, kao i povećavanje ranjivosti u toku kretanja pri borbenim uslovima.

4. REZULTATI SIMULACIJE

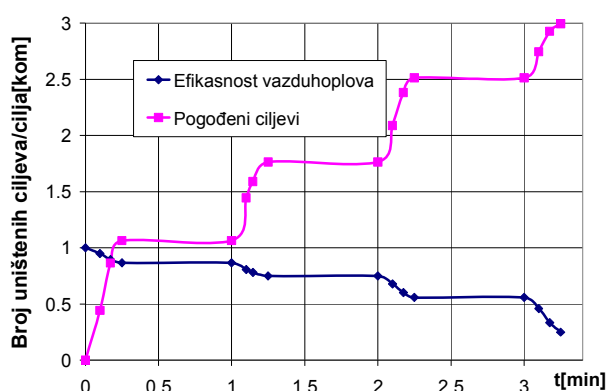
Dijagrami efikasnosti dejstva na različite grupe ciljeva iz vazduha dati su na slici 1.,2.,3. Na osnovu postavljenog modela i podataka navedenih u tabeli 1, kao i jednačina i izraza u glavi 3, simulacija je izvedena pod sledećim uslovima:

1. Vreme boravka vazduhoplova u toku raketiranja ciljeva bilo je konstantno i iznosilo je 15s.
2. Dejstvo PA topa vršeno je gustinom vatre od 200metaka/minuti sa ukupnom verovatnoćom uništenja 0.539, pod hipotezom da 4 pogodka onesposobljavaju vazduhoplov, sa radijusom uništenja jednog pogodka od 3m i greškom rafala od 20m. Ovi uslovi odgovarali su približno slučajnom gađanju PA topa na iznenadno utvrđen cilj.
3. Rafali raketa prikazani su zajedno sa gubitkom efikasnosti vazduhoplova, za rakete 57mm VBR, 128mm VBR i 127mm VBR. Gustina vatre i efikasnost bojeve glave raketa prevedene na normirani broj projektila prikazani su na slici 1, 2 i 3.

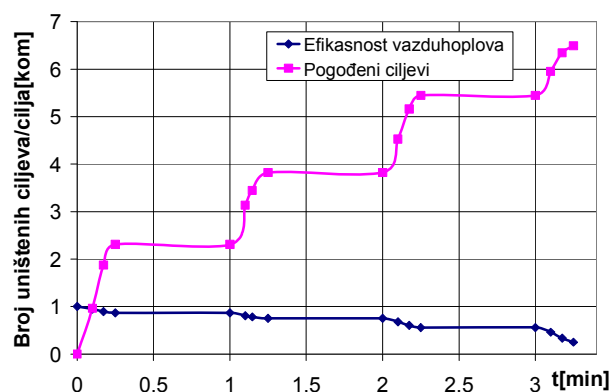
Na sva tri dijagrama, utvrđeno je da gubitak efikasnosti vazduhoplova ima istu vrednost u svakoj grupi napadnutih ciljeva i da nakon treće grupe pada na oko 50%.

To utiče različito na kvalitet vatrene moći raketiranja i iskazuje se zavisno od verovatnoće pogodaka, brzine vatre, greške projektila i radijusa bojeve glave odgovarajuće nevođene rakete.

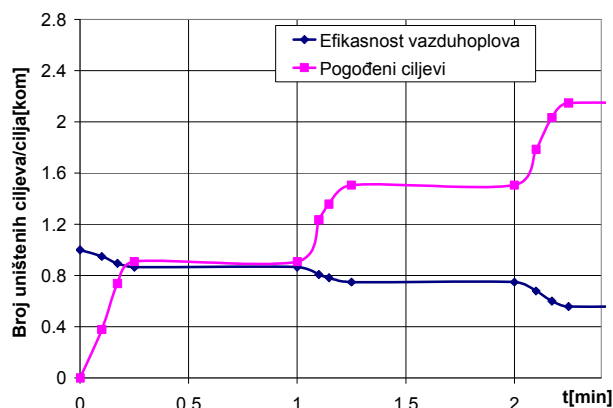
- Najveći uticaj na efikasnost pokazuju rakete najmanjeg kalibra, čija je vatrena moć svedena na ukupno vreme boravka vazduhoplova u zoni ciljeva, od 0.75minuta, opala kroz tri rafala za 60%, zbog gubitka efikasnosti gađanog vazduhoplova, iskazano kroz funkciju rizika smanjenu na 50% (slika 1).
 - Pri gađanju raketama većeg kalibra, većom gustinom vatre, (projektil 128mm), gubitak kvaliteta vazduhoplova iskazan istom funkcijom rizika od 50%, uticao je na gubitak efikasnosti raketne vatre od 46%, u odnosu na predviđenu vatra, normiranim brojem raketa po cilju (slika 2).
 - Pri gađanju raketama sličnog kalibra sa 50% manjom gustinom vatre, to jest, sporijim rafalom efikasnost vatre je opala 64%, usled iskazane funkcije rizika vazduhoplova od , takođe 50% (slika 3).
- Navedene analize slede iz broja uništenih ciljeva, efikasnosti i brzine gađanja i uništenja cilja određenog normiranim brojem raketa svakog tipa, ispaljenih u toku boravka, degradiranog vazduhoplova kroz svaku novu grupu ciljeva.



Slika 1: Vazduhoplov raketirao ciljeve po rafalima, raketama VBR 57mm



Slika 2: Vazduhoplov raketirao ciljeve po rafalima, raketama VBR 128mm



Slika 3: Vazduhoplov raketirao ciljeve po rafalima, raketama VBR 127mm

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I REZULTATI

U radu je pokazana mogućnost primene Lanchester-ovih jednačina boja jedne naoružane platforme za dejstvo na ciljeve, nad kojima može da demonstrira vatrenu moć i raspoloživi višenamenski kapacitet za dejstvo iz vazduha. Da bi se približno procenila korigovana vatrena moć vazduhoplovne platforme, uveden je efekat rizika upotrebe vatrene moći preko uništenih ciljeva, koji raspoložuju jediničnom, slučajno upotrebljenom odbranom u toku dejstva vazduhoplova na nezaštićene ciljeve. Ovakvo hipotetičko dejstvo ima ulogu ocene funkcije rizika platforme u toku iskazivanja njene vatrene moći pri dejstvu na taktički predviđene ciljeve. Model je sveden na Lanchester-ove jednačine boja sa po jednim učesnikom u sukobu.

- Dijagrami ovakvog modeliranja omogućavaju da se ispita vazduhoplovna ili bilo koja druga platforma koja deluje na ciljeve, koji su grupno i koncentrisano raspoređeni, a izloženi su

kratkotrajnom vatrenom dejstvu u jednom iznenadnom naletu. Projektili naoružane borbene platforme ne mogu se sprečiti, već se može samo smatrati da je njihova brzina reagovanja usporena, adekvatnim efektom kontra-dejstva na vazduhoplovnu platformu.

- Omogućeno je da se platforma tretira kao ranjivi cilj ili cilj koji, zbog rizika smanjuje svoju vatrenu moć, fiktivno. Usvojeno je da takvo smanjenje efikasnosti ispaljenog broja projektila može biti računato kao umanjenje vlastitog potencijala u odnosu na jedinični normirani.
- Ovim se postupkom može ispitivati ne samo smanjenje efikasnosti vazduhoplovne platforme, već svake druge naoružane tehnološke jedinice, u kojoj se može pri delovanju na svaku grupu ciljeva birati i varirati novo naoružanje, kroz brzinu vatre i verovatnoću pogodaka. Takođe se, u svakoj grupi ciljeva može varirati i neprijateljska vatra za koju se pretpostavi, da u zadatom intervalu dejstva na platformu, može da joj nanese granična funkcionalna oštećenja. U ovom radu usvojeno je da je granično funkcionalno oštećenje vazduhoplovne platforme 50%. Varena moć naoružanja merena ovakvom integracijom preostale snage prekida dalje dejstvo vazduhoplova na novu grupu ciljeva, bez obzira na preostalu raspoloživu municiju. Time je postavljen okvir za određivanje funkcionalnog rizika od kontra dejstva, kao ograničenje pri analizi isplativosti upotrebe skupljih borbenih kompleta na jednoj platformi. Na taj način utvrđuje se i rizik fleksibilne borbene upotrebe platforme, namenjene učešću u različitim borbenim zadacima, kroz sukcesivno angažovanje na različite grupe ciljeva.

Ovaj rad je deo istraživanja na projektu III 47029 MNTRS u 2013 godini

LITERATURA

- [1] D. P. Valcourt, Lieutenant General, U.S. Army, Deputy Commanding General (2009), / The army capstone concept, Tradoc pam. 525-3-0, Department of the Army Headquarters, United States Army Training and Doctrine Command Fort Monroe, VA 23651-1047 21 December 2009, <http://www.tradoc.army.mil/tpubs/pams/tp525-3-0.pdf>.
- [2] European Defence Agency (2008), European armaments co-operation strategy, Brussels, 15 October 2008, <http://www.eda.europa.eu/Strategies/Armaments>.
- [3] J. Tyler Gabriel ,Matthew Bartel, Grashawn J. Dorough,B., Leo Paiz, Brian Peters, Matthew Savage, Spencer Nordgran, (December 2006), Joint fire support in 2020: Development of a Future Joint Fires Systems Architecture for Immediate, Unplanned Targets , Report , Wayne E. Meyer Institute of Systems Engineering, Naval Postgraduate School 777 Dyer Road, Monterey, CA 93943-5100, USA.
- [4] J.S. Przemieniecky. (2000)Mathematical methods in defense analyses, ,Third edition, AIAA, Education Series, Redston, Virginia, USA.
- [5] Milinovic M., Jeftic Z., Forca B., Miscovic T., Jeremic O. (2013): Contribution of European initiatives for battle teams integrations based on initial technology capabilities, Technics Technoloies Education Management (TTEM-Journal), March 2013, ISSN: 1840-1503.
- [6] Milinović M., Kovač M., Jeremić O. & Kokelj T. (October 2011). Threshold efficiency probabilities determination of combat systems for joint capabilities approach planning. 4th International Scientific Conference of defensive technologies, OTEH-2011, Belgrade, ISBN 978-86-81123-50-8.
- [7] Nikolic N., Milinovic M., Jeremic O., Jankovic R (2012).: Error reduction in simulation of transient behavior of queueing systems under critical traffic conditions, Transport & Logistics international journal, Vol.12, Issue 22, pp.1-8, ISSN 1451-107X.
- [8] Priručnik RV i PVO 1980, Bograd SSNO.
- [9] Vencelj J. (1973). Introduction in to the Operational Research. VVŠ, Belgrade (in Serbian).



MATEMATIČKO MODELOVANJE OČEKIVANJA BROJA NEUNIŠTENIH JEDINICA U BORBENIM OPERACIJAMA

MATHEMATICAL MODELING EXPECTATIONS OF THE NUMBER OF NOTDESTROYED UNITS IN COMBAT OPERATIONS

SAMED KAROVIĆ¹, BOBAN PAVLOVIĆ², STOJADIN MANOJLOVIĆ³

¹ Vojna akademija, Beograd, karovic.samed@gmail.com

² Vojna akademija, Beograd, bobanpav@yahoo.com

³ Vojna akademija, Beograd, colemanojele@yahoo.com

Rezime: U radu se opisuje matematičko modelovanje očekivanja broja neuništenih ciljeva u borbenim operacijama. Kao primer je prikazana artiljerijska vatrena grupa različitog sastava osnovnih jedinica koje obrazuju artiljerijske grupe vatrene podrške.

Ključne reči: matematičko modelovanje, artiljerijska vatrena grupa, matematičko očekivanje, broj neuništenih ciljeva.

Abstract: This paper describes the mathematical modeling expectations of the number of targets not destroyed in combat operations. An example of artillery firing group of different composition which forming the basic units of artillery fire support group is shown.

Keywords: mathematical modeling, artillery firing group, expectation, the number of targets not destroyed.

1. UVOD

Matematičko modelovanje dinamike borbe predstavlja matematičku aparaturu na osnovu koje se može odabrati upravljanje u konfliktnim situacijama. Izvođenje borbenih operacija je konfliktna situacija u kojoj suprotstavljene strane žele da ostvare svoje ciljeve.

Proces operativnog planiranja predstavlja složen i kompleksan odnos u konkretnoj borbenoj situaciji ili određenoj vrsti borbene operacije koja iziskuje angažovanje borbenih sastava Vojske. U tim okolnostima, da bi se odluka mogla doneti i prihvatiti rešenje koje u potpunosti odražava realnost situacije, važan segment predstavlja procena gubitaka, kao sastavnog dela procesa odlučivanja u vojnom menadžmentu.[3]

Određivanje matematičkog očekivanja broja neuništenih jedinica u operacijama Vojske je nužan iz praktičnog razloga, jer predstavlja rizik koji se u datoj situaciji realno pojavljuje. To nije samostalni proces, već je integralni deo procesa odlučivanja i nikako se ne sme izdvajati iz njega. Tako treba biti koncipiran integrisan da se odredi matematičko očekivanje i u situacijama koje zahtevaju hitno reagovanje i predstavlja sastavni deo procesa donošenja vojnih odluka.

Suštinski posmatrano, matematičko očekivanje broja neuništenih jedinica u borbenim operacijama i namerno prihvatanje rizika je temeljno pitanje za izvršenje operacije. Pažljivo određivanje rizika, analiza i minimiziranje opasnosti kroz ostvarivanje planova za njihovu eliminaciju, doprinosi uspešnom izvršenju misije.

2. POSTAVKA ZADATKA I FORMIRANJE MATEMATIČKOG MODELA

Pretpostavlja se da suprotstavljene snage u operaciji organizuju operativnu grupu jedan (OG I) i operativnu grupu dva (OG II). Operativna grupa I raspolaže sa N_1 borbenih jedinica, odnosno raspolaže artiljerijskom grupom AVG-1, dok OG II u svom sastavu ima AVG-2 sa N_2 borbenih jedinica. Neka je p_1 verovatnoća uništenja AVG-2 od operativne grupe OG II.

Da bi se pristupilo određivanju verovatnoće $p_{ij}(t)$ da će u posmatranom trenutku t u OG I ostati i , a u OG II ostati j neuništenih borbenih jedinica, potrebno je definisati sledeće uslove:

- Informacija o uništenju protivničke borbene jedinice je trenutna i u trenutku uništenja jedne borbene jedinice, vatra se prenosi na drugu.

- Ne postoji mogućnost da se uništena jedinica vrati u OG, niti mogućnost da dođe do popunjavanja OG novim borbenim jedinicama.
- Vreme trajanja leta ispaljenog projektila ili hica je zanemarljivo malo u odnosu na vreme trajanja borbe.
- Tok gađanja borbenih jedinica ima Puasonovu raspodelu [2] sa gustinama λ_1 i λ_2 .
- Efektivna brzina gađanja borbene jedinice predstavlja gustinu Puasonove raspodele broja uništenih borbenih jedinica u jedinici vremena i iznosi $\Lambda_1 = \lambda_1 p_1$ i $\Lambda_2 = \lambda_2 p_2$ za OG I i OG II, respektivno.
- Raspodela gađanja cele operativne grupe je takođe Puasonova sa gustinama $\Lambda_1 N_1$ i $\Lambda_2 N_2$, respektivno.

Verovatnoća da OG I za vreme t neće imati ni jedno uspešno gađanje, iznosi:

$$p_0^{OGI} = e^{-\Lambda_1 N_1 t}, \quad (1)$$

dok je verovatnoća da će za vreme t , BG I imati najmanje jedno uspešno gađanje,

$$p_1^{OGI} = 1 - e^{-\Lambda_1 N_1 t}. \quad (2)$$

Ako se pretpostavi da $t = \Delta t \rightarrow 0$ i razvijajući eksponencijalni član u red, posle zanemarivanja članova višeg reda, dobija se:

$$p_0^{OGI} = 1 - \Lambda_1 N_1 \Delta t, \quad (3)$$

odnosno,

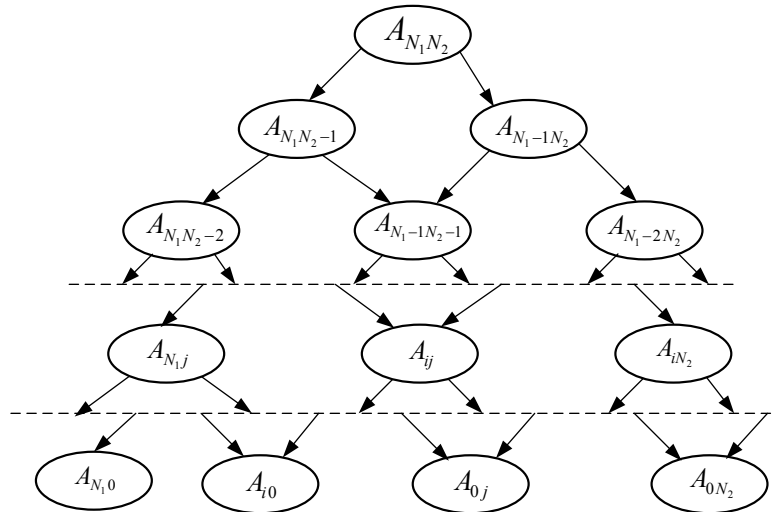
$$p_1^{OGI} = \Lambda_1 N_1 \Delta t. \quad (4)$$

Na isti način, za OG II dolazi se do sledećih verovatnoća:

$$p_0^{OGII} = 1 - \Lambda_2 N_2 \Delta t \quad (5)$$

$$p_1^{OGII} = \Lambda_2 N_2 \Delta t. \quad (6)$$

Stanje u kome se sistem može naći predstaviće se sa A_{ij} , gde je i – broj neuništenih borbenih jedinica OG I, dok je j – broj neuništenih borbenih jedinica OG II. Grafički prikaz mogućih stanja sistema dat je na slici 1[4].



Slika 1: Grafički prikaz mogućih stanja sistema

Ako sa $p_{ij}(t)$ se označi verovatnoća da se sistem u posmatranom trenutku nalazi u stanju A_{ij} , analizom mogućih stanja prelaza u toku infinitezimalnog vremenskog perioda $\Delta t \rightarrow 0$, mogu se definisati verovatnoće različitih stanja sistema pomoću diferencijalnih jednačina.

Verovatnoća da će se sistem u trenutku $t + \Delta t$ sistem naći u polaznom položaju $A_{N_1 N_2}$, data je sledećom diferencijalnom jednačinom:

$$\frac{dp_{N_1N_2}(t)}{dt} = -(N_1\Lambda_1 + N_2\Lambda_2)p_{N_1N_2}(t) \quad (7)$$

Diferencijalna jednačina koja karakteriše verovatnoću da će se u trenutku $t+\Delta t$ sistem naći u stanju A_{ij} , ima sledeći oblik:

$$\frac{dp_{ij}(t)}{dt} = -(i\Lambda_1 + j\Lambda_2)p_{ij}(t) + j\Lambda_2 p_{i+1,j}(t) + i\Lambda_1 p_{i,j+1}(t), \quad (8)$$

Prethodna jednačina daje verovatnoću stanja sistema u opštem slučaju i primenjuje se za svako $0 < i \leq N_1$ i $0 < j \leq N_2$.

Verovatnoća da će se sistem u trenutku $t+\Delta t$ naći u stanju A_{i0} , određena je diferencijalnom jednačinom:

$$\frac{dp_{i0}(t)}{dt} = i\Lambda_1 p_{ij}(t), \quad (9)$$

koja važi za svako $i > 0$.

Konačno, verovatnoća koja opisuje da će se sistem u trenutku $t+\Delta t$ naći u stanju A_{0j} , određena je diferencijalnom jednačinom:

$$\frac{dp_{0j}(t)}{dt} = j\Lambda_2 p_{ij}(t), \quad (10)$$

koja važi za svako $j > 0$.

Prethodno definisane diferencijalne jednačine predstavljaju sistem diferencijalnih jednačina koji sadrži ukupno $(N_1+1)(N_2+1)-1$ jednačina čiji su početni uslovi za $t=0$,

$$p_{N_1N_2}(0) = 1, \quad p_{ij}(0) = 0, \quad (i \neq N_1, j \neq N_2) \quad (11)$$

dok je normirani uslov $\sum_i \sum_j p_{ij} = 1$.

Rešavanjem datog sistema diferencijalnih jednačina, može se odrediti vrednost verovatnoće mogućih stanja sistema u bilo kom trenutku, na osnovu kojih se može odrediti:

- verovatnoća broja neuništenih borbenih jedinica svake OG,
- verovatnoća broja neuništenih jedinica svake OG u slučaju njene pobede,
- matematičko očekivanje (srednja vrednost) broja neuništenih (sačuvanih jedinica),
- verovatnoća pobede svake OG.

Verovatnoća broja neuništenih borbenih jedinica određuje se na osnovu verovatnoće stanja $p_{ij}(t)$. Verovatnoća broja neuništenih jedinica svake OG u slučaju njene pobede određuje se preko verovatnoće $p_{i0}(\infty)$ za OG I, odnosno $p_{0j}(\infty)$ za OG II.

Matematičko očekivanje broja neuništenih jedinica za svaku BG, određuje se za OG I pomoću izraza

$$M(i) = \sum_{i=1}^{N_1} i p_{i0}(\infty), \quad (12)$$

odnosno za OG II preko

$$M(j) = \sum_{j=1}^{N_2} j p_{0j}(\infty). \quad (13)$$

Verovatnoća broja neuništenih borbenih jedinica određuje se na osnovu verovatnoće stanja $p_{ij}(t)$. Verovatnoća broja neuništenih jedinica svake BG u slučaju njene pobede određuje se prekoverovatnoće $p_{i0}(\infty)$ za OG I, odnosno $p_{0j}(\infty)$ za OG II.

Matematičko očekivanje broja neuništenih jedinica za svaku BG, određuje se za OG I pomoću izraza

$$M(i) = \sum_{i=1}^{N_1} i p_{i0}(\infty), \quad (14)$$

odnosno za OG II preko

$$M(j) = \sum_{j=1}^{N_2} j p_{0j}(\infty). \quad (15)$$

Izračunavanje verovatnoće pobede jedne OG nad drugom OG podrazumeva da su uništene sve borbene jedinice protivničke grupe i određuje se za OG I preko:

$$P_{OGI} = \sum_{i=1}^6 P_{i0}(\infty), \quad (16)$$

odnosno za OG II:

$$P_{OGII} = \sum_{j=1}^4 P_{0j}(\infty) \quad (17)$$

3. REŠENJE PROBLEMA

U razmatranoj situaciji, pretpostavljeno je da OG I ima 6 borbenih jedinica koje čine AVG-1 ($N_1=6$), dok je jačina OG II 4 borbene jedinice i čine AVG-2 ($N_2=4$). Efektivne brzine gađanja OG I i OG II su jednake i iznose $\Lambda_1=\Lambda_2=1$. Sistem diferencijalnih jednačina sadrži ukupno 33 jednačine. Analitičke vrednosti verovatnoća $p_{ij}(t)$ dobijene su pomoću programskog paketa MATLAB i predstavljene su u Tabeli 1.

Tabela 1. Verovatnoće stanja pojedinih događaja prikazane kao vremenske funkcije

i/j	4	3	2	1
6	e^{-10t}	$6e^{-9t}(1-e^{-t})$	$18e^{-8t}(1-e^{-t})^2$	$36e^{-7t}(1-e^{-t})^3$
5	$4e^{-9t}(1-e^{-t})$	$19e^{-8t}(1-e^{-t})^2$	$\frac{131}{3}e^{-7t}(1-e^{-t})^3$	$\frac{763}{12}e^{-6t}(1-e^{-t})^4$
4	$8e^{-8t}(1-e^{-t})^2$	$\frac{89}{3}e^{-7t}(1-e^{-t})^3$	$\frac{103}{2}e^{-6t}(1-e^{-t})^4$	$\frac{647}{12}e^{-5t}(1-e^{-t})^5$
3	$\frac{32}{3}e^{-7t}(1-e^{-t})^3$	$\frac{121}{4}e^{-6t}(1-e^{-t})^4$	$\frac{155}{4}e^{-5t}(1-e^{-t})^5$	$\frac{1021}{36}e^{-4t}(1-e^{-t})^6$
2	$\frac{32}{3}e^{-6t}(1-e^{-t})^4$	$\frac{269}{12}e^{-5t}(1-e^{-t})^5$	$\frac{367}{18}e^{-4t}(1-e^{-t})^6$	$\frac{2489}{252}e^{-3t}(1-e^{-t})^7$
1	$\frac{128}{15}e^{-5t}(1-e^{-t})^5$	$\frac{4547}{360}e^{-4t}(1-e^{-t})^6$	$\frac{6409}{840}e^{-3t}(1-e^{-t})^7$	$\frac{44117}{360}e^{-2t}(1-e^{-t})^8$

Na osnovu podataka datih u Tabeli 1, mogu se odrediti verovatnoće broja neuništenih jedinica svake OG u slučaju njene pobeđe. Ove verovatnoće su prikazane u Tabeli 2.

Tabela 2. Verovatnoća broja neuništenih jedinica svake BG u slučaju njene pobeđe

i – broj neuništenih jedinica OG I u slučaju njene pobeđe	6	5	4	3	2	1
$p_{i0}(\infty)$	0,2571	0,2523	0,1712	0,1013	0,05487	0,02431
j – broj neuništenih jedinica OG II u slučaju njene pobeđe	4	3	2	1	–	–
$P_{0j}(\infty)$	0,02709	0,04511	0,04239	0,02431	–	–

Konačno, dobija se da je verovatnoća pobeđe OG I:

$$P_{OGI} = \sum_{i=1}^6 p_{i0}(\infty) = p_{60} + p_{50} + p_{40} + p_{30} + p_{20} + p_{10} = 0,86110 \quad (18)$$

Matematičko očekivanje broja neuništenih borbenih jedinica OG I u slučaju njene pobeđe, iznosi:

$$M(i) = \sum_{i=1}^6 ip_{i0}(\infty) = 6 \cdot 0,2571 + 5 \cdot 0,2523 + 4 \cdot 0,1712 + 3 \cdot 0,1013 + 2 \cdot 0,05487 + 1 \cdot 0,02431 = 3,927 \quad (19)$$

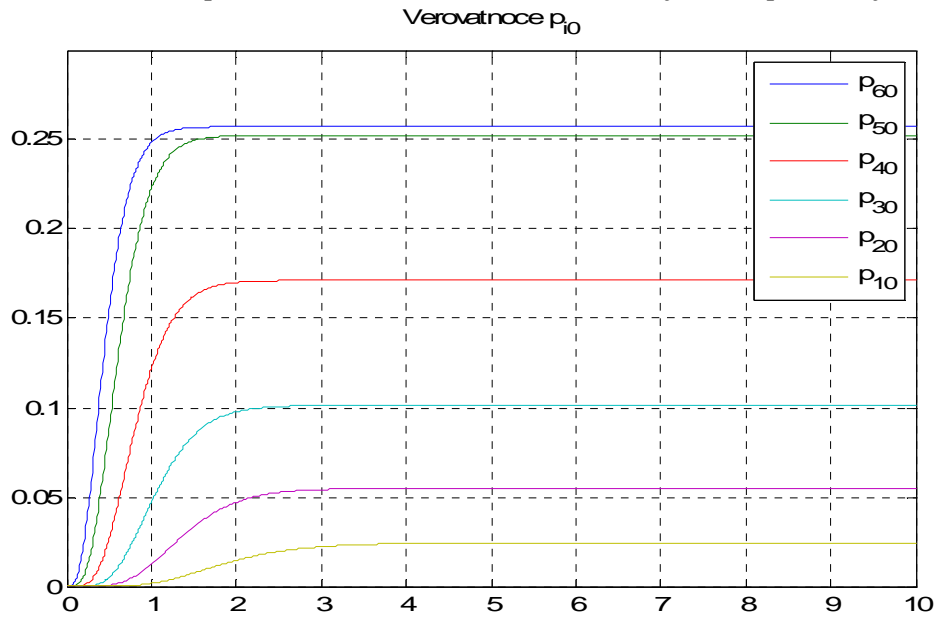
Verovatnoća pobeđe OG II iznosi:

$$P_{OGII} = \sum_{j=1}^4 p_{0j}(\infty) = p_{04} + p_{03} + p_{02} + p_{01} = 0,1389 \quad (20)$$

Matematičko očekivanje broja neuništenih borbenih jedinica OG II u slučaju njene pobeđe, iznosi:

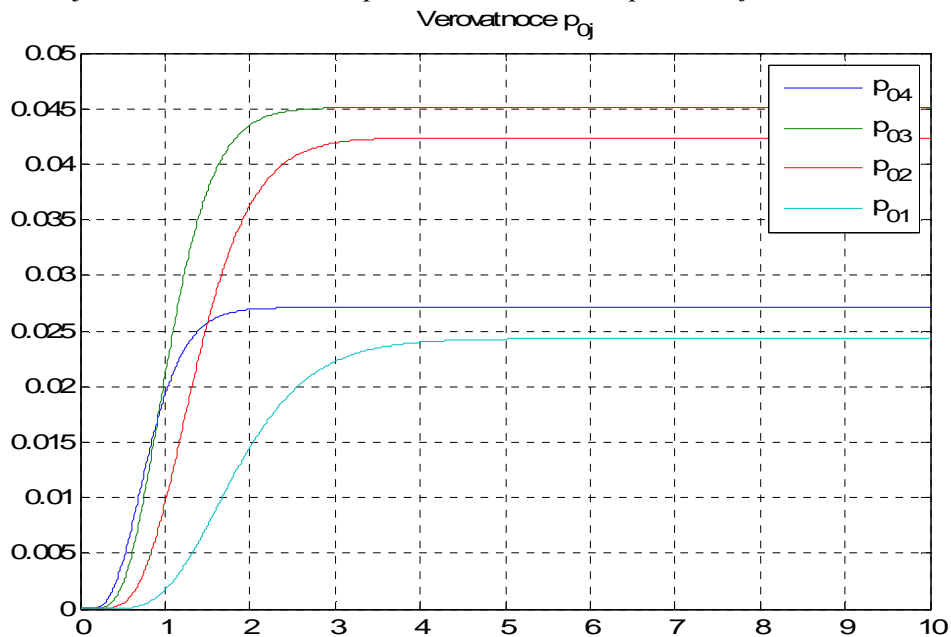
$$M(j) = \sum_{j=1}^{\infty} j p_{0j}(\infty) = 4 \cdot 0,02709 + 3 \cdot 0,04511 + 2 \cdot 0,04239 + 1 \cdot 0,02431 = 0,3528 \quad (21)$$

Grafički prikaz verovatnoća pobeđe OG I za i neuništenih borbenih jedinica prikazan je na slici 2.



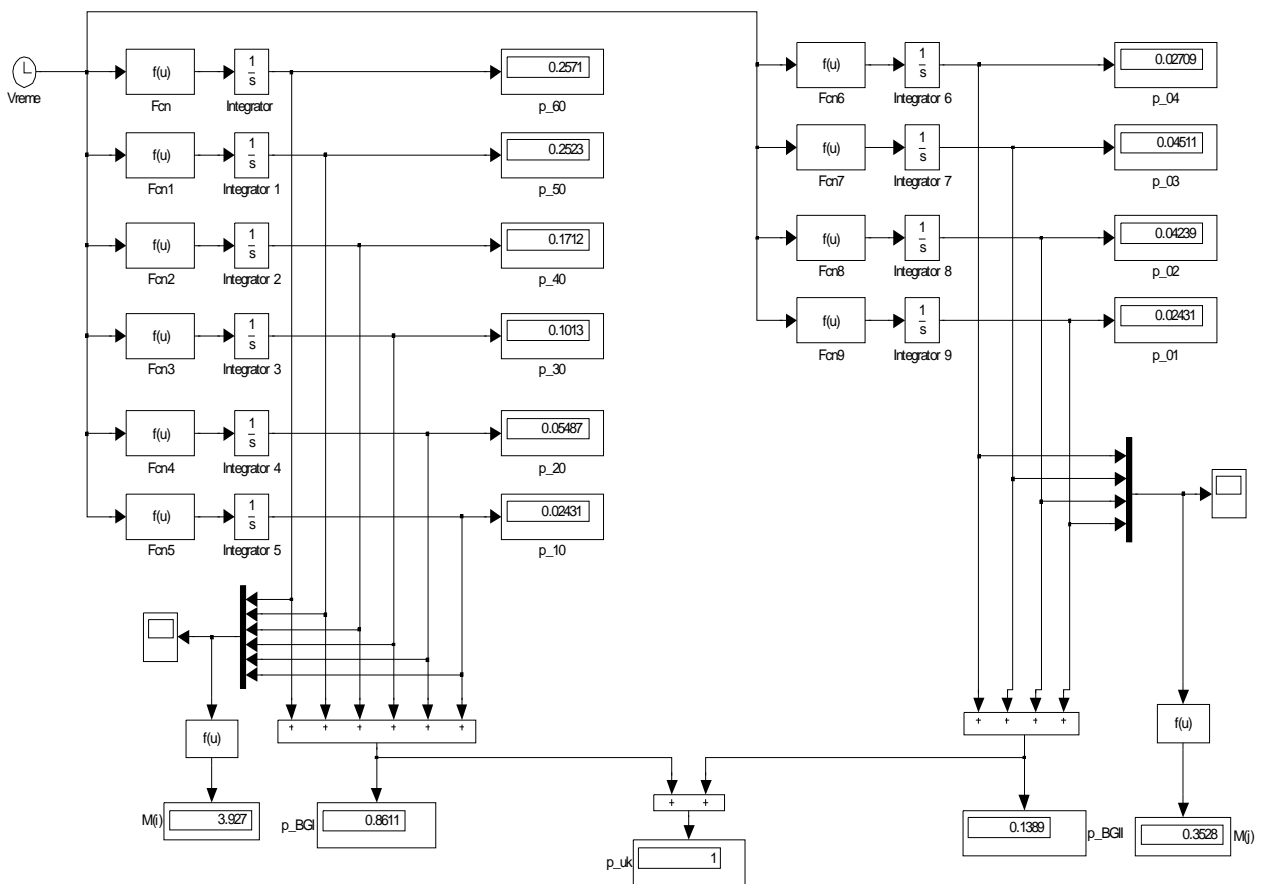
Slika 2: Grafički prikaz verovatnoća pobeđe OG I za i neuništenih jedinica

Slika 3 prikazuje vrednost verovatnoća pobeđe OG II kada raspolaže sa j neuništenih borbenih jedinica.



Slika 3: Grafički prikaz verovatnoća pobeđe OGII za j neuništenih jedinica

Na slici 4 prikazan je model razvijen u Simulink-u kojim se izračunavaju zahtevane verovatnoće pobeđe OG I, odnosno OG II, kao i matematičko očekivanje broja neuništenih jedinica u slučaju njihovih pobeđa.



Slika 4: Razvijeni model u Simulink-u za izračunavanja verovatnoće pobe

Slika samo ilustruje kolike su mogućnosti primene različitih softverskih rešenja o određivanju verovatnoće pobe jedne ili druge operativne grupe. U procesu operativnog planiranja neophodna je primena različitih modela rešavanja problema i softverskih paketa koji podržavaju proces odlučivanja.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati do kojih se došlo pokazuju mogućnost primene diferencijalnih jednačina u dinamici borbene situacije. Ono što treba naglasiti jeste da je definisani sistem diferencijalnih jednačina za realne primere veoma glomazan i za njegovo rešavanje je neophodna primena računara, kao što je to urađeno i u konkretnom primeru.

Primena ovakvog načina simuliranja borbene situacije omogućava realnije sagledavanje ukupne situacije i mogućeg ishoda u sukobu sa neprijateljem. Obezbeđuje se i procena rizika, čime se proces operativnog planiranja [1] dovodi u realno stanje i sam proces donošenja vojnih odluka postaje konkretniji i odražava realnost u dinamici izvođenja borbenih operacija.

U samoj postavci problema, modelovanje procesa ili dinamike izvođenja borbenih operacija, predstavlja specifičnu diferencijalnu igru [4] koja analitički opisuje određene konfliktne situacije u borbenim operacijama i njihovu kvantitativnu analizu. Time se pokazuje da proces matematičkog simuliranja u borbenim operacijama se može uspešno koristiti u rešavanju takvih problema.

LITERATURA

- [1] GŠ VS, (2011). Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije, Beograd.
- [2] <http://tesla.rcub.bg.ac.rs/~doctor/prs/07/index07.html>
- [3] Karović, S., Lojić, R., Ristić, S., Radončić, H. (2012). Procena rizika u procesu donošenja vojnih odluka. Zbornik radova (437-440), (SYMOPIS 2012), Tara 25-28. Septembar.
- [4] Petrić, J. (1997). Operaciona istraživanja, Beograd: Nauka.



CENA VOJNE OPERACIJE KAO ZNAČAJAN FAKTOR USPEHA OPERACIJE

PRICE OF MILITARY OPERATIONS AS A SIGNIFICANT FACTOR OF SUCCESS OPERATIONS

SPASOJE MUČIBABIĆ¹, KATARINA ŽIVKOVIĆ², KSENIJA KELEMENIS³, MILOŠ ŽIVKOVIĆ³,
ZORAN OBRADOVIĆ³

¹spasojemucibabic@yahoo.com

²zikatarina@yahoo.com

³PDS, FON Beograd, milos.zivkovic@yahoo.com, zoran.obradovic@yahoo.com

Rezime: Ovaj rad ima za cilj da predstavi značaj utvrđivanja cene vojne operacije u smislu donošenja optimalne odluke, koja obezbeđuje izvršenje zadatka o upotrebi snaga u borbenoj operaciji uz što manje troškove. Pod cenom vojne operacije podrazumeva se utrošak ljudskih i materijalnih resursa koji su potrebni za ostvarivanje cilja sistema koji izvodi operaciju, izražen u novcu.

Ključne reči: Vojna operacija, cena vojne operacije, optimalna odluka, minimalni troškovi.

Abstract: This paper aims to present the importance of determining the cost of military operations in terms of making optimal decisions, which ensures the execution of the task on the use of force in combat operations with the least cost. Under the cost of the military operation involves the use of human and material resources that are needed to meet the goal of the system that performs the operation, expressed in money.

Keywords: military operations, cost of military operations, the optimal decision, the minimum cost.

1. UVOD

Mendžment u odbrani je proces kojim se usmeravaju određene aktivnosti snaga odbrane radi što kvalitetnijeg izvršavanja zadataka i ostvarivanja postavljenih ciljeva. Definiše se kao teorija i praksa (nauka i veština), ovlašćena grupa ljudi i proces u kome se pripremaju, organizuju i izvode aktivnosti radi efektivnog ostvarivanja ciljeva sistema odbrane.

U odnosu na stanja bezbednosti i uslove u kojima se usmeravaju određene aktivnosti snaga odbrane na rešavanju problema, mendžment u odbrani možemo podeliti mendžment u odbrani u miru, vanrednom stanju i ratu.

Na osnovu analize izazova, rizika i pretnji bezbednosti Vojsci su dodeljene misije i zadaci u okviru njih. Njihovo izvršavanje zahteva izgradnju potrebnih odbrambenih sposobnosti. Sveobuhvatno planiranje organizovanja, priprema, upotrebe i obezbeđenja Vojske ključni je preduslov za uspešno izvršenje zadataka radi ostvarenja misija.

Odlučivanje je osnova komandovanja. Predstavlja iznalaženje optimalnog rešenja za izvršenje konkretnog zadatka. Efikasnost odlučivanja zahteva što bolju obaveštenost u cilju preduzimanja mera uspešnog izvršenja zadatka. Krajnji proizvod odlučivanja je odluka koja se konkretizuje kroz projekat operacije.

Analitičari i teoretičari različito lociraju odlučivanje, ali su zato potpuno saglasni u vezi njegovog značaja. Jedan broj ide toliko daleko da čak proglašava odlučivanje jednom od funkcija menadžmenta. U vojnom menadžmentu odlučivanje svrstavaju u prvu i centralnu funkciju.

Planiranje može da se posmatra u širem i užem smislu. U širem smislu, planiranje obuhvata predviđanje, odlučivanje i izradu planova. U užem smislu, planiranje obuhvata samo izradu planova, kao tehniku njihovog dokumentovanja.

Među (pod)funkcijama planiranja odlučivanje zauzima centralno mesto. Značaj odlučivanja ogleda se u tome što od odluka zavisi budućnost pojedinca i organizacija. Analogno tome, odlučivanje predstavlja centralnu funkciju menadžmenta uopšte i menadžmenta u oblasti odbrane.

Donošenje odluke predstavlja izbor između više mogućih varijanti, u skladu sa osnovnom zamisli, tj. ciljevima koji se žele ostvariti i kriterijumima za vrednovanje stepena njihovog ostvarenja. Pri tome, treba imati u vidu da se tokom procene situacije, kao faze koja prethodi donošenju odluka, stvaraju vrednuju varijante, kao potencijalna rešenja problema angažovanja jedinica.

Pitanja na koje komandant i njegov štab treba da odgovore, su:

- Koje vojne uslove treba ispuniti kako bi se realizovali stratejski i operativni ciljevi?
- Koje će aktivnosti, najverovatnije, stvoriti te uslove?
- Kako treba koristiti vojne resurse da bi se na najbolji način izvršile te aktivnosti?
- Da li su prihvatljivi prateći rizici

2. VOJNA OPERACIJA

Vojna operacija je usklađeno vojno delovanje kao odgovor na razvoj određene situacije. To delovanje je vojni plan kako razrešiti nastalu situaciju u korist države. Operacije mogu biti ratne ili neratne i dodjeljuje im se kodni naziv iz sigurnosnih razloga. Vojne operacije su često poznatije po tom kodnom nazivu nego po svojim stvarnim operativnim ciljevima.

Vojne operacije se najčešće dele po stepenu i razmeri upotrebe snaga i njihovom uticaju na širi sukob, a mogu se voditi na strateškom, operativnom i taktičkom nivou.

Operacije na strateškom nivou se vode radi ostvarenja strateških državnih ciljeva. One u sebi uključuju pohode i operacije većih razmera i često su praćene delovanjem diplomatskih, ekonomskih i obaveštajnih elemenata nacionalne moći.

Operacije na operativnom nivou su vojne operacije koje povezuju vojnu strategiju i taktiku tako što delovanja na taktičkom nivou usmeravaju prema ostvarenju ciljeva zadatih na strateškom nivou. To je nivo na kom se planiraju i izvode pohodi i operacije većih razmera radi postizanja strateških ciljeva na bojištu ili u području operacija.

Operacije na taktičkom nivou planiraju i izvode taktičke operacije radi postizanja vojnih ciljeva dodeljenih taktičkim vojnim nivoima. Uspešno postizanje vojnih ciljeva taktičkog nivoa doprinosi postizanju ciljeva operativne, a u određenim uslovima i strateškog nivoa. Zato je potrebno voditi računa o tome da učinci koji se ostvaruju u taktičkim operacijama uvek moraju podupirati ostvarenje ciljeva glavnih operacija ili pohoda.

Misija je jasno i koncizno saopštenje u kome se navodi ko će izvoditi operaciju, šta treba da bude učinjeno, gde će se dogoditi, kada će se odvijati, i zašto se izvodi.

Zadatak je skup aktivnosti koje pretpostavljeni dodeljuje potčinjenom. Zadaci su one aktivnosti potčinjenih koje se moraju realizovati radi ostvarenja misije pretpostavljenog. Viši nivo komandovanja proučava i shvata svoj zadatak kao deo procesa operativnog planiranja, definiše misiju i izdaje zadatke potčinjenima. Potčinjeni komandanti proučavaju i shvataju svoje zadatke, definišu svoju misiju i izdaju zadatke svojim potčinjenima.

2.1. Metodologija planiranja vojne operacije

Planiranje je proces određivanja toka budućih akcija i operacija kroz predviđanje, odlučivanje i izradu plana, odnosno projekta vojne operacije. Planiranje je procesna funkcija menadžmenta i komandovanja kojom se iznalaze optimalna rešenja za realizaciju njenih misija i zadataka vojske. Metodologija projektovanja vojne operacije definisana je Uputstvom za operativno planiranje i rad komandi.

2.2. Projekat operacije (operativni plan)

Projekat operacije (operativni plan) je predlog za izvršenje komandantove odluke. On predstavlja pripremu komande za buduće ili predviđene operacije. Projekat operacije je plan koji komanda koristi za vođenje operacije. Projekat operacije opisuje ključne pretpostavke koje čine osnovu plana (moraju da budu proverene pre izvršenja plana), a postaje operativno naređenje kada se stvore uslovi za izvršenje i kada je određeno vreme izvršenja. Kao što je naš veliki komandant Živojin Mišić rekao jednom prilikom važno je znati da se „Bitka se prvo dobija ili gubi u srcu, a tek onda na bojištu.“

Naređenje je pisana ili usmena komunikacija koja usmerava dejstva. Zasniva se na planovima ili prijemu novog zadatka.

3. CENA VOJNE OPERACIJE

Za uspešno vođenje rata neophodno je donošenje optimalne odluke o upotrebi snaga u borbenoj operaciji, radi ostvarenja zadatog vojničkog cilja. Veoma je važno da se taj cilj ostvari uz što manje troškova. Limitirana i, po pravilu, nedovoljna sredstva nameću stalnu potrebu za ekonomičnim, racionalnim i efektivnim angažovanjem raspoloživih sredstava. Stoga mestu i ulozi cene vojne operacije u procesu donošenja odluke u miru i ratu treba pridati poseban značaj.

3.1. Pojam cene vojne operacije

Cena vojne operacije je utrošak ljudskih i materijalnih resursa koji su potrebni za ostvarivanje cilja sistema koji izvodi operaciju, izražen u novcu.

Cena vojne operacije zavisi od više elemenata: Cilja operacije, vrste i trajanja resursa koji su potrebni za izvršenje cilja .

3.2. Cilj utvrđivanja cene vojne operacije

Cilj utvrđivanja cene vojne operacije je da se pravilnom odlukom sa ekonomskog aspekta obezbedi namensko, racionalno i ekonomično angažovanje snaga i sredstava. Radi ostvarivanja cilja, vojno planiranje i odlučivanje mora biti efektivno (izbor pravih ciljeva) i efikasno (ostvarivanje postavljenog cilja uz što manje troškova). Da bi se to postiglo, ciljevi moraju da definišu ključna polja delovanja i da budu: merljivi, realni, vremenski determinisani i dr.

Cena vojne operacije ključni je element za donošenje odluke o njenoj realizaciji. Sredstva za njeno finansiranje obezbeđuju se iz vojnog budžeta. Dobijeni zadaci za ostvarivanje cilja operacije moraju da budu u direktnoj srazmeri sa novčanim sredstvima za realizaciju cilja.

3.3. Metode utvrđivanja cene vojne operacije

Planiranje borbene operacije sa stanovišta troškova i cene u našoj zemlji vrši se po istom sistemu kao i planiranje rashoda sistema odbrane u mirnodopskim uslovima, jer se materijalno-finansijsko poslovanje u ratu obavlja po istim propisima po kojima se obavlja u miru.

Principi i osnove za izračunavanje cene vojne operacije su:

- Realnost (planiranje zadataka u skladu sa mogućnostima njihovog izvršavanja)
- Kompleksnost (integralno sagledavanje svih elemenata koji utiču na razvoj – materijalni, finansijski, kadrovski, organizacioni i dr.)
- Aktivno angažovanje (uključivanje svih organizacijskih struktura po horizontalnoj i vertikalnoj liniji, koje planiraju i realizuju planove)
- Kontinuirano planiranje (stalno praćenjeostvarivanja ciljeva iz tekućih planova oslanjanjem na realizaciju planova iz prethodnog perioda i, na tim osnovama, izrada planova za naredni period)
- Naučnost (obezbeđenje stvaralačke uloge planova u organizaciji razvoja sistema i njegovih organizacionih celina – podsistema primenom naučnih metoda i tehnika planiranja)
- Efikasnost (sagledavanje više varijanti i izbor one koja će obezbediti najbolje rezultate uz najmanja ulaganja)
- Efektivnost (izbor pravih ciljeva i nastojanje da se ono maksimalno realizuju).

Procedura utvrđivanja cene vojne operacije počinje u fazi pripreme operacije. Cena vojne operacije treba da bude predstavljena u formi tabele na obrascu naturalno finansijski, prema vrsti rashoda i fazama operacije.

Pri iskazivanju cene vojne operacije potrebno je obuhvatiti sve jedinice organskog i vanorganskog sastava koje učestvuju u njenoj realizaciji. Izračunavaju je svi nosioci planiranja za rashode iz svoje nadležnosti, odnosno, po dubini nosioci realizacije plana koji su po vertikali vezani za nosioce planiranja u Generalštabu (u zavisnosti od nosioca realizacije borbene operacije).

Nosioci planiranja su organizacijski delovi komande koji, u okviru svoje funkcionalne dužnosti (ishrana, održavanje i sl.), planiraju, obezbeđenje novčanih sredstava za tu funkciju.

Pri izradi plana nosioci planiranja konsultuju i angažuju i druge organe, prevashodno svoje pretpostavljene i potčinjene po vertikali.

Tabela 1: Struktura cene operacije po rashodima

Ред. Бр.	Кonto	ОПИС	Јед. Мере	Појед. цена	ПРВА ФАЗА		ДРУГА ФАЗА		ТРЕЋА ФАЗА		СВЕГА (дин.)	
					Кол.	Ук. цена (8x5)	Кол.	Ук. цена (8x5)	Кол.	Ук. цена (10x5)	Кол.	Ук. цена (7+9+11)
УКУПНО (А+Б)												
А	СВЕГА ТЕКУЋИ РАСХОДИ											
1	4111	Плате и додаци запослених										
2	4131	Накнаде у натури										
3	4161	Награде, бонуси и посебни расходи										
4	4212	Енергетске услуге										
4.1		Електрична енергија										
4.2		Угаљ										
4.3		Дрво опревно										
4.4		Уље за ложење, средње										
											
Б	СВЕГА ИЗДАЦИ ЗА НЕФИНАНСИЈСКУ ИМОВИНУ											
1	5127	Опрема за војску										
		Муниципалитет										
		МЕС										
		НВО										
											

3.4. Наћин исказивања цене војне операције

Цена војне операције исказује се вредносно, по контима Правилника о стандардном класификационом оквиру и контном плану за буџетски систем Републике Србије, који је компатибилан са Међународном класификацијом за исказивање буџетских rashoda. Значај исказивања цена је пре свега у давању приоритета у војној операцији.

У поступку исказивања цене, у методолошком смислу, битно је напоменути да су konta „поделјена“ по носiocима планирања. За сваку врсту rashoda одређен је носилац планирања или usaglašavanja (где више носилаца учествује у једном rashodu)

Исказивање висине појединих трошкова по наменамa врши се на нивоу МФО 4. степена, а обједињава на нивоу команде састава који изводи операцију, МФО 3. или 2. степена.

Исказивање цене војне операције по контима врши се у оквиру две намене: класа 4 – Текући rashodi и класа 5 – Издаци за нефинансијску имовину

Само израчунавање обавља се на основу природних показатеља (норматива) и ценоника. Јединице мере из норматива се множе са појединачним ценама и тако добија вредност једног елемента (rashoda). сабирањем свих појединачних вредности ангажованих (утошених) ресурса добија се укупна цена коштања војне операције.

Према обиму обрачуна цене војне операције може се вршити по два принципа :Bruto (сви ангажовани ресурси који су потребни за остварење задатог циља) и Neto (у цену улазе само додатно потребна средства да би се остварио циљ операције)

Neto принцип је пре почетка операције прихватљивији, јер су имајућа средства већ вредносно исказана у ранијем периоду и ушла су у rashod по другом основу. Исказивање bruto – цене је прихватљиво у периоду после завршетка операције, јер се на тај начин једино могу сгледати укупни трошкови.

Према периоду обрачуна обрачуна цене војне операције може се вршити

- Пре почетка операције (planska)
- По завршетку операције (stvarna)

При разматрању укупне цене неопходно је ангажовање свих органа команде система који изводи операцију како би се одредили приоритети, извршиле eventualne korekcije и друго са чиме би се довела у склад расположива и потребна новчана средства за остваривање постављеног циља.

Ангажовање средстава може се исказати и по динамичком спровођењу операције, односно фазамa операције. Исказивање трошкова по фазамa почиње од припреме операције (planska цена), њеног организовања и непосредног извођења. Свака фаза има своју контролу, тако да се у току њеног

planiranja mogu vršiti korekcije. Ovakav način iskazivanja cene vojne operacije po fazama može se nazvati dinamičko planiranje, jer su u samom procesu planiranja moguće korekcije. Na kraju operacije vrši se sveobuhvatna analiza i izračunava njena stvarna cena.

Tabela 2: Rashodi, nosioci planiranja i usaglašavanja u gš vs

Расход	Назив расхода	Носиоци планирања и усаглашавања
4	Текући расходи	
413	Накнаде у природи	
4131	Накнаде у природи	
	Транспортне (саобраћајне) услуге и накнада трошкова за превоз на рад и са рада запослених – маркаца	Управа логистике (Ј-4)
	Трошкови становања у иностранству припадника ГШ ВС	
	Опоравак професионалних припадника (пилоти, рониоци, подморничари и др.)	Персонална управа
421	Стални трошкови	
4212	Енергетске услуге	Управа логистике (Ј-4)
4213	Комуналне услуге	
	Обезбеђење водом, одвоз отпада (смећа и др.) и накнаде за коришћење комуналних добара	Управа логистике (Ј-4)
	Дератизација	Управа логистике (Ј-4)
	Димничарске услуге, услуге заштите (чувања) имовине, допринос за коришћење градског земљишта и сл.	Управа логистике (Ј-4)
4214	Услуге комуникација (телефон, интернет, достава поште)	Управа за телекомуникације и информатику (Ј-6)
4216	Закуп имовине и опреме	
	Закуп канцеларијског и складишног простора	Управа логистике (Ј-4)
	Закуп опреме за копнени саобраћај, пловних објеката и ваздухоплова	Управа за људске ресурсе (Ј-1)
422	Трошкови путовања	
4221	Трошкови службених путовања у земљи	
	Накнада за службена путовања, трупна путовања, КЗБ, укргање, посебне војне објекте, уништавање УБС	Управа логистике (Ј-4)
	Превоз војника, ШРО, ученика СВШ, студената ВА и в/о	Управа за људске ресурсе (Ј-1)

Cena vojne operacije planira se nakon dobijanja direktive – zapovesti i anlike misije i sastavni je deo predloženih kurseva akcije (varijanti) sopstvenih snaga i ssaopštava se kao sintetička kategorija – po grupama sredstava (opremanje, materijalni troškovi i lični rashodi). Analitički proračuni su sastavni deo operativne dokumentacije nosilaca realizacije plana, objedinjeni kod organa finansijske službe kao stručnog nosioca (računopolagača).

Tabela 3: Saopštavanje cene vojne operacije

РЕДНИ БРОЈ	ВРСТА РАСХОДА	ФАЗА			
		I	II	III	УКУПНО
1	2	3	4	5	6
1	Опремање				
2	Материјални трошкови (услуге)				
3	Лични расходи				
С В Е Г А					

U zavisnosti od dobijenog zadatka i postavljenog cilja, nosioci paniranja (svako iz svoje nadležnosti), kada izračunaju cenu vojne operacije po rashodima iz svoje nadležnosti, podatke (kalkulaciju) dostavljaju organu finansijske službe na objedinjavanje i prezentiranje komandantu – naredbodavcu prilikom predlaganja kurseva akcije, pre donošenja odluke (planska cena), odnosno, nakon realizacije borbene operacije na analizi (stvarna cena).

Zbog brzine i preciznosti u realizaciji analize cene vojne operacije veliki je značaj korišćenja savremenih informacionih tehnologija, o čijoj upotrebi i značaju će biti reč u nekom drugom radu.

4. ZAKLJUČAK

U slučaju disproporcije između planiranih ciljeva i mogućnosti njihovog ostvarivanja, planovi se moraju revidirati i uskladiti sa finansijskim mogućnostima. Zbog toga je u radu najpre bilo potrebno definisati osnovne pojmove menadžmenta u odbrani, vojne operacije kao i cene vojne operacije.

Cena vojne operacije koja se izvodi a sopstvenoj teritoriji nema navedenu ulogu, već u kursevima akcije služi kao korektivni elemenat sa stanovišta ekonomičnog i racionalnog trošenja raspoloživih resursa i za lakše odlučivanje da se prihvati kurs akcije gde bi cena vojne operacije bila manja, a da se

bitno ne naruši realizacija cilja operacije. Takođe je utvrđen i značaj prezentovanja i dinamike troškova, kao i timskog rada i prezentovanja pravih podataka u pravo vreme.

Cena vojne operacije za ostvarivanje postavljenog cilja ne može biti veća od realno raspoloživih sredstava. Iz tih razloga i sama cena predstavlja jedan od najznačajnijih faktora uspeha same operacije.

Obzirom na veliki značaj cene za uspeh same operacije neophodno je i dalje razvijati korišćenje informacionih tehnologija u cilju operativnijeg delovanja i efikasnijeg praćanje troškova i cene vojne operacije.

LITERATURA

- [1] Grupa autora, Menadžment (Handbook of Management), FON, Beograd, 1996
- [2] Dulanović, Ž.: Osnovi organizacije, FON, Beograd 2003.
- [3] Jovanović, P., Živković, D., Jovanović, F.: Menadžment i projektni menadžment, Visoka škola za projektni menadžment, Beograd, 2008.
- [4] Stefanović, Ž.: Menadžment, Ekonomski fakultet – Institut za ekonomska istraživanja, Kragujevac, 1997.
- [5] Mučibabić, S. i dr.: Operatika, Vojna akademija, Beograd, 2004.
- [6] Mučibabić, S.; Subošić D.: Sistematizacija menadžmenta u bezbednosti i odbrani, VII Skup privrednika i naučnika, Beograd, 2009.
- [7] Milisavljević, M.: Savremeni strategijski menadžment, Institut ekonomskih nauka, Beograd 2002.
- [8] Ministry of Defence: The Organisation and Management of Defence in the United Kingdom
- [9] Strategija Nacionalne bezbednosti
- [10] Strategija Odbrane.
- [11] Zakoni o odbrani
- [12] Zakon o Vojsci
- [13] Chuter, D.: Defence Transformation/A Short Guide to the Issues, Institute for Security Studies, 2000.
- [14] Ministarstvo odbrane – www.mod.gov.rs
- [15] Ministry of Defence – www.mod.uk



MOGUĆI PRISTUP ODLUČIVANJU U ODBRANI PO METODI O³ ZASNOVANOJ NA ZNANJU I SAVREMENIM INFORMACIONIM TEHNOLOGIJAMA

POSSIBLE APPROACH TO DECISION IN DEFENCE BY O³ METHOD BASED ON KNOWLEDGE AND NEW INFORMATIC TECHNOLOGY

SPASOJE MUČIBABIĆ¹, DUŠAN VELIČKOVSKI², JELKA BEGOVIĆ³, STEVO PAROJČIĆ⁴, IGNJAT JURIŠIĆ⁴

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, mucibabicspasoje@yahoo.com

² IN2 Informatički inženjering, Beograd, dusan.velickovski@in2.rs

³ DUNAV Osiguranje, Beograd

⁴ PDS FON, Beograd, stevo.parojic@viega.de; goldeng@EUnet.rs

Rezime: U dokumentu je opisan pristup originalnoj metodi donošenja odluka u odbrani i sistemima čije funkcionisanje se odlikuje visokim rizikom. Ova metoda se zasniva na znanju i usklađena sa metodologijom O³ prilagođena za donošenje odluka kojima bi se uticalo na događaje u budućnosti.

Cljučne reči: Operaciona istraživanja, Donošenje odluka, O³ metodologija, Menadžment znanja, Delphi metoda, Dataware house, Data mining.

Abstract: The document describes an approach to the original method of decision-making in defense systems and the operation of which is characterized by high risk. This method is based on knowledge and compliance with the methodology O³ adapted for making decisions that would impact on future events.

Keywords: Operational Research, Decision making, O³ methodology, Knowledge management, Delphi method, Dataware house, Data mining.

1. UVOD

Okolnosti u savremenom svetu stavljaju pred donosiocima odluka mnogo izazova. Odluke treba doneti brzo i efikasno u uslovima konfliktnih situacija u kojima moraju biti bolji od protivnika, a pri tom ne pogrešiti u proceni. Da bi se to postiglo potrebno je već danas doneti odluke za situacije čije se događanje predviđa u budućnosti.

Predložena metoda se bavi upravo donošenjem odluka pod ovakvim okolnostima i kao odgovor na rešavanje konfliktnih situacija koristi znanje kao najvažniji faktor. Znanje koje se stiče permanentnim učenjem i iskustvom i koristi se pri predviđanju budućih događaja. U prvi plan se stavlja menadžment znanja.

2. OPIS MOGUĆE METODE

Metoda predstavlja originalni pristup nastao kao odgovor na savremene tokove u načinu rukovođenja organizacijom i procesima donošenja odluka.

Okolnosti u kojima se odluka donosi se mogu se klasifikovati kao **konfliktne situacije**, jer se svaki donosilac odluke nalazi u konfliktu sa drugim donosiocima odluka, čime se sam problem definiše na osnovu teorije igara. Odgovor za donošenje odluka u okolnostima specifičnosti konfliktnih situacija je rešavanje problema **menadžmentom znanja**. Zasniva se na činjenici da je osnova kvalitetne odluke znanje koje se upotrebljava kroz menadžment znanja.

Za donošenje same odluke bitno je na osnovu tog znanja **predvideti** buduće događaje koji imaju uticaj na organizaciju. Predviđanje se vrši uzimajući u obzir uslove u kojima se odluke donose i kombinujući ih sa odgovarajućim metodologijama donošenja odluka i najboljim informatičkim tehnologijama. Donošenje odluka radi se u skladu sa **metodologijom O³** koja je prilagođena sa potrebama manje države kakva je naša.

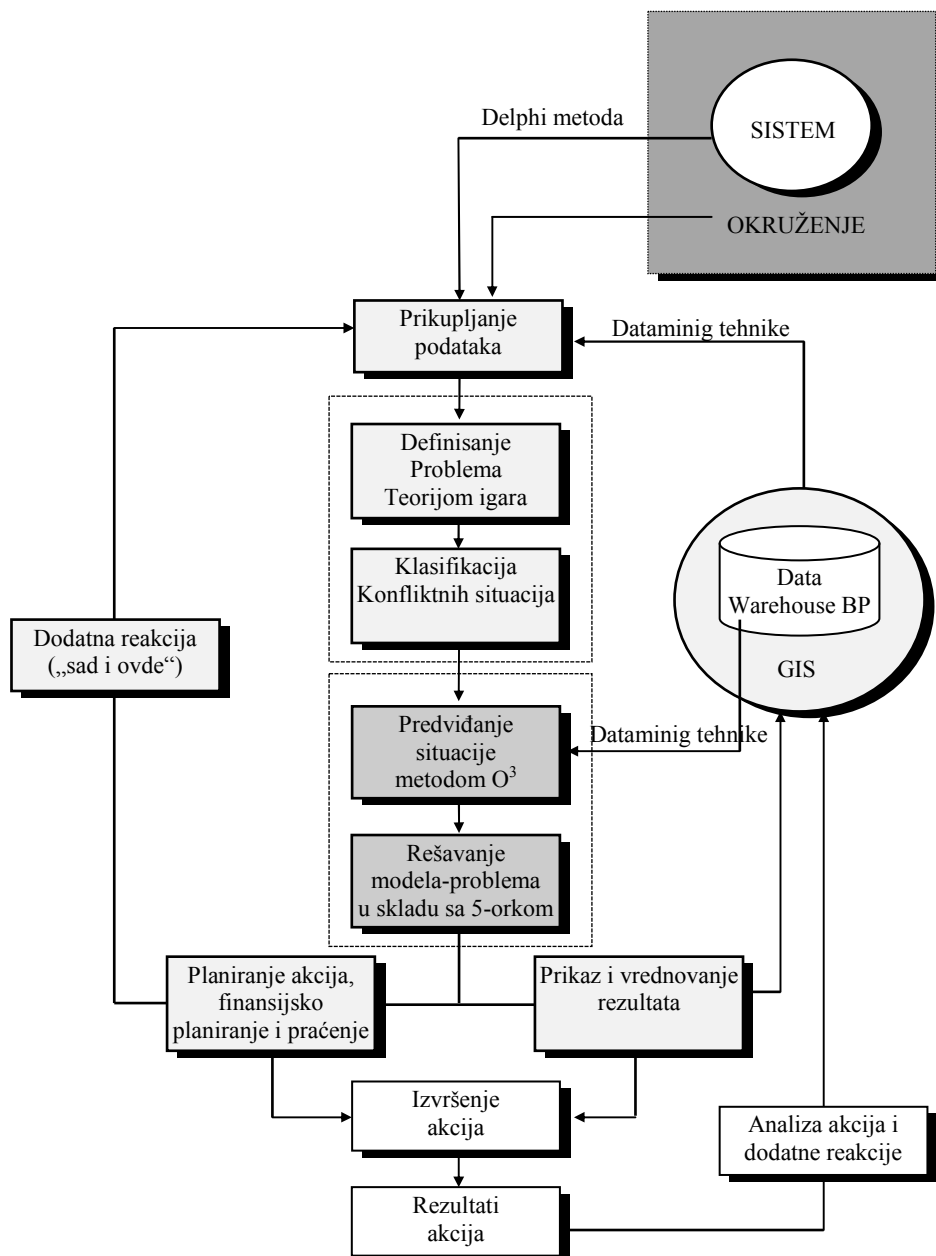
Formalizacija odluke koja se donosi se matematički opisuje kroz **uređenu petorku** $O = f(A, S, \varphi, X, \geq)$. Time se stiču uslovi za kvalitetnu obradu podataka iz Datawarehouse baze Dataminig tehnikama čime se započinje predviđanje budućih događaja. Nakon predviđanja budućih događaja sa određenom verovatnoćom izvesnosti, biraju se događaji na koje se želi uticati i donosi se odluka o način delovanja. Dakle, u sadašnjem

vremenu se donose odluke za događaje koji će se desiti u budućnosti. Odluke se odnose na aktivnosti kojima se, po metodoligiji O³, o(ne)možući buduću događaji.

Odluka doneta na ovaj način rešava konfliktnu situaciju po višedimenzionalnom kriterijumu i resenje se prikazuje na način razumljiv izvršiocima. Predložena metoda predviđa prikaz rezultat u geo-obliku upotrebom složenih višedimenzionalnih GIS sistema, na više nivoa. Odluka se predstavlja vremenski i geo-lokacijski i posebna pažnja se vodi o praćenju finansijskih pokazatelja rezultata donetih odluka i upotrebe raspoložvih resursa: materijanih, ljudskih, finansijskih, korišćenjem MS projecta i Hyperion Planning .

Upotreba ove metode je nezamisliva bez savremenih softverskih alata.

Na sledećoj slici prikazan je pristup odlučivanju po predloženoj metodi:



Slika 1: Predloženi proces donošenja odluka (1, dopunjena)

3. FORMALIZACIJA PROBLEMA ODLUČIVANJA

Analiza problema odlučivanja je formalizovani proces povećavanja ljudskog razumevanja i upravljanja u uslovima datog okruženja. Situacije odlučivanja i vrste odluka mogu se sistematizovati u nekoliko grupa u zavisnosti od kriterijuma koji je u datim uslovima dominirajući.

Sve situacije u kojima se danas odluke donose mogu se nazvati konfliktnim situacijama. Svaka odluka ima svoju alternativu. Konfliktne situacije su one u kojima se dva ili više protivnika nalaze u sukobu (ratni

protivnici, konkurenti na tržištu, sportski rivali, politički suparnici i sl.). Ti protivnici imaju za cilj ostvariti prednost u odnosu na druge odabirom neke od strategija. Strategija se može definisati kao skup svih alternativa kojima donosilac odluke raspolaže pri donošenju odluke. Realne konfliktne situacije u kojima se odluke donose obično su suviše komplikovane da bi se mogle potpuno matematički formulirati, pa se umesto njih posmatraju njihovi modeli u kojima su zanemareni drugostepeni faktori. Ovi modeli se nazivaju igre i formalno se opisuju pomoću uređene petorke:

$$G = f[K_d, \{S_k\}_{K \in K_d}, S, K_i, \{S_k\}_{K \in K_i}], \text{ (za skraćenice vidite matematičku formalizaciju odluke u radu)} \quad (1)$$

4. METODE REŠAVANJA KONFLIKTNIH SITUACIJA

Na osnovu tako matematički opisanih situacija bira se odgovarajuća metoda za njihovo rešavanje. Klasifikacija konfliktnih situacija i metode njihovog rešavanja su date u tabeli 1.

Rešavanje konfliktnih situacija najbolje je započeti metodom pregovaranja. Ako ta metoda ne uspe donosilac odluke bira metodu u skladu sa vrstom konfliktne situacije. Time pokušava rešiti situaciju u svoju korist kako bi posle toga ponovo pregovorima došao do, po sebi, najpovoljnijeg rešenja.

U slučajevima većeg neslaganja i nemogućnosti rešavanja nekom od pomenutih metoda konfliktne situacije prelaze u krizne situacije. To su po definiciji stanja sistema organizacije koje nastaju neadekvatnim odgovorom na promene ili stanje u okruženju, usled slabog krojšćenja resursa ili inertnosti menadžmenta koje rezultira smanjenjem organizovanosti sistema i naruđava opstanak organizacije. Ove situacije se svakako moraju izbeći preventivnim delovanjem, a prvi korak je definicija i podela samih kriznih situacija, tabela 2.

Tabela 1: Podela i metode rešavanja konfliktnih situacija

KONFLIKTNE SITUACIJE		
Kriterijum	Vrsta konfliktne situacije	Metode
Zainteresovanost protivnika	Sa zainteresovanim protivnikom	Matrične igre
	Sa nezainteresovanim protivnikom	Igre s prirodom
Zainteresovane strane	Jedna	Nestrategijske igre
	Dve ili više	Strategijske igre
Stepen izvesnosti	Izvesne	Linearni / nelinearni
	Neizvesne	Wald, Heurwicz, Savage, La Place
	Konfliktne situacije sa rizikom	
Mogućnost ocenjivanja apriori verovatnoća	Bez apriori verovatnoća	Maxmin, Maxmax
	Sa apriori verovatnoćama	ONV, OŽ, OVPI
Način odlučivanja	Nesekvencijalno	Direktno
	Sekvencijalno	Obična i Binomna raspodela
Mogućnost eksperimentisanja	Bez eksperimenata	
	Sa eksperimentima	
Broj kriterijuma	Jednokriterijumske	
	Višekriterijumske	
Karakter promenljivih	Sa "tvrdim" brojevima u promenljivim	
	Sa "mekim" - fuzzy brojevima u promenljivim	

Tabela 2: Podela kriznih situacija

KRIZNE SITUACIJE						
Kriterijum	Vrsta krizne situacije					
Po posledici	Funkcionalne					
	Disfunkcionalne					
Po žarištu	Endogene					
	Erdogene					
Po učesnicima	Društveni	Klasni	Nacionalni	Verski	Politički	Specifični
	Ekonomski					
Po smeru	Horizontalno					
	Vertikalno					
Po uzroku	Prirodne					
	Veštačke					
Po vremenu trajanja	Kratkotrajne					
	Dugotrajne					

5. MENADŽMENT ZNANJA KAO OSNOVA ZA DONOŠENJE ODLUKE

Odgovor na takve konfliktne situacije je rešavanje problema donošenja odluka korišćenjem znanja - menadžmentom znanja. Prema tome za donošenje kvalitetne odluke koristi znanje koje je prikupljeno tokom vremena (koje se u svrhu korišćenja za donošenje odluka smešta u za to prilagođenu bazu podataka – datawarehouse), znanje koje se dobija primenom određenih akcija i reakcija na događaje i odluke (za njegovu formalizaciju se koriste simulacione tehnike i znanje koje se prikuplja iz okruženja (sad i ovde). Na osnovu tako prikupljenog znanja predviđaju se budući događaji. Na osnovu informacije iz DW baze se Data Mining tehnikama vrši predviđanje, a za informacije koje nisu strukturirane u bazi predviđanje se vrši Delphi metodom.

6. DATA WAREHOUSE BAZA PODATAKA I DATA MINIG TEHNIKE PREDVIĐANJA

Da bi se prikupljeno znanje moglo iskoristiti potrebno je da se ono pretvori u upotrebljive informacije. Najbolji način za to je da se iskoristi datawarehouse baza podataka koja je prilagođena prikupljanju velike količine različitih podataka i njihova prezentacija u obliku prepoznatljivom za donosioca odluka.

Data Warehouse je posebno projektovano tehnološko okruženje koje omogućava objedinjavanje srodnih podataka u oblik pogodan za analizu čime se olakšava proces donošenja odluka i daje nov pristup sistemima za podršku odlučivanju. Ovaj koncept obezbeđuje fleksibilan, efikasan način raspolaganja podataka u formatu pogodnom za savremene poslovne aplikacije. Postojanje skladišta podataka kao bogato informacijama integrisano okruženje orijentisano je ka potrebama krajnjih korisnika koji uz pomoć alata za poslovno odlučivanje mogu donositi pravovremene i kvalitetne poslovne odluke.

Data warehouse je subjektivno-orijentisana, integrisana, vremenski zavisna i postojana kolekcija podataka za podršku u procesu odlučivanja'.

DW (Data Warehouse) analitički sistemi su prilagođeni za donošenje odluka strateškog nivoa jer skladište agregirane, ekstrahovane i filtrirane podatke i omogućavaju slojevit, multidimenzionalni pristup podacima kojima se podržavaju procesi nadgledanja i izveštavanja, analize i dijagnoze, simulacije i planiranja. Osnovne karakteristike DW su organizacija podataka po predmetu i relevantnih informacije za odlučivanje, konzistentnost kodiranja podataka uz vreme čuvanja podataka više godina radi praćenja trendova, prognoza i poređenja.

Data Mining (DM) je proces pronalazjenja skrivenih zakonitosti i veza među podacima. To je tehnika pretraživanja podataka i postupak izdvajanja interesantnih, novih i potencijalno korisnih informacija ili uzoraka, sadržanih u velikim bazama podataka, a sve u cilju donošenja ispravnih poslovnih odluka. Još se naziva i Knowledge Discovery in Databases (KDD) – otkrivanje znanja u bazama podataka.

Data Mining je multidisciplinarno područje koje obuhvata: baze podataka, ekspertne sisteme, teoriju informacija, statistiku, matematiku, logiku i čitav niz drugih područja.

DM softver pomaže analitičaru da reši neke od sledećih problema :

- Klasifikacija
- Asocijacija podataka
- Grupisanje (Klastering)
- Predviđanje (Numeric prediction)

koristeći jednu od tehnika:

- Discovery data mining – tehnike za otkrivanje novih znanja (informacija);
- Predictive data mining – tehnike za predviđanja.

7. OBLIKOVANJE ODLUKE DELPHI METODOM

Delphi metoda je nastala je razvijanjem metode anketiranja i statističke metode radi usaglašavanja mišljenja eksperata. Proučava i daje prognoze o neizvesnim ili mogućim budućim situacijama za koje nismo u stanju da izvedemo objektivne statističke zakonitosti, formiramo model ili primenimo neku formalnu metodu. Delphi tehnika bazira se na postizanju konsenzusa između donosioca odluke upotrebom serije upitnika i opisuje budućnost iz perspektive različitih, ali kompatibilnih scenarija koje donose različiti eksperti.

Polazna tačka metode je *definisanje problema* za koji se traži prognoza. Nakon definisanja problema, formira se grupa eksperata koji će učestvovati u prognoziranju. Organizator Delphi tehnike šalje upitnike po unapred definisanoj temi na adrese različito specijalizovanih subjekata. Specifičnost ove tehnike uključuje i činjenicu da se stručnjaci ne susreću lično, a idealno je kada pojedini učesnici ne znaju identitet ostalih učesnika.

Formiranje sastava ekspertske grupe zavisi od konkretnog problema koji se rešava, mogućnosti organizatora ekspertize da angažuje visokokvalifikovane specijaliste, kao i mogućnosti eksperata da učestvuju u radu ekspertske grupe. U svojstvu eksperta treba iskoristiti ljude čije će mišljenje najbolje pomoći u donošenju odgovarajuće odluke.

Osnovni zahtevi koje eksperti moraju da ispune su: profesionalno poznavanje oblasti (objekta) ekspertize, profesionalno poznavanje tehnologije realizacije ekspertize i pridržavanje normi profesionalne etike ekspertize.

Prva serija upitnika koja se dostavlja ekspertima sadrži neophodne informacije, a od njih se traži da daju svoju prognozu koja mora biti potkrepljena odgovarajućim argumentima. Na bazi dobijenih prognoza, pristupa se izračunavaju prosečne prognoze koja predstavlja srednju vrednost pojedinačnih prognoza, kao i variranje prognoza oko srednje vrednosti koje predstavlja meru preciznosti prognoza. Druga serija upitnika koja se šalje ekspertima sadrži izračunatu prosečnu prognozu, meru preciznosti prognoza i ekstremne prognoze sa njihovim razlozima. Od eksperata se tada traži da preispitaju svoju prvobitnu prognozu, urade eventualnu korekciju i dostave mišljenje o ekstremnim prognozama zajedno sa odgovarajućom argumentacijom. Ovakav proces se obavlja u više koraka – obično četiri, a konačna prognoza dobija se kao srednja vrednost prognoza iz zadnje serije upitnika.

8. PROCES ODLUČIVANJA

Proces odlučivanja na strategijskom nivou u manjim zemljama kao što je naša najbolje je da se odvija po metodologiji O3 - OTKRI, ODLUČI, O(NE)MOGUĆI. U nekim slučajevima će cilj biti onemogućiti neku akciju protivnika, dok će u drugim slučajevima cilj biti omogućiti neku akciju koja donosi odluku daje određene prednosti.

Na slici 2. prikazan je proces odlučivanja po metodologiji O³ podeljen na faze i aktivnosti:

Otkrivanje (prvo O – O¹), faza obuhvata skup aktivnosti vezanih za:

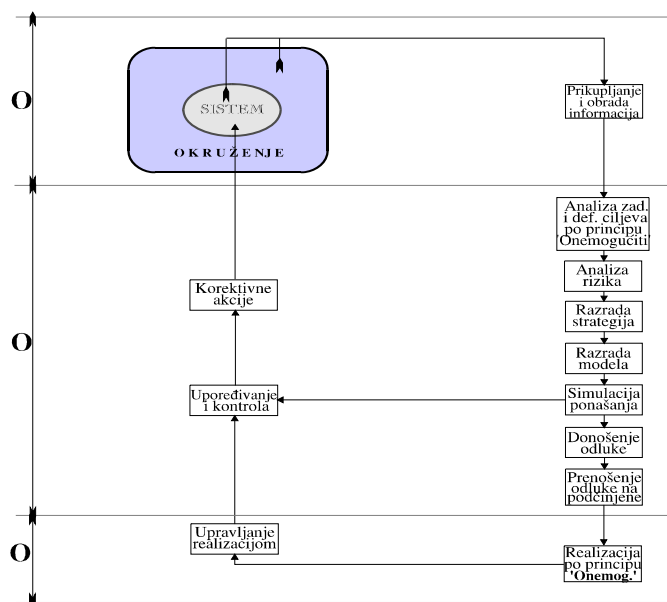
- Prikupljanje; i
- Obradu informacija.

Odlučivanje (drugo O - O²), faza obuhvata aktivnosti:

- Analiza zadataka i definisanje ciljeva;
- Analiza rizika;
- Razrada strategija;
- Razrada modela i simulacija ponašanja; i
- Donošenje odluke i njeno prenošenje na potčinjene.

Faza Onemogućavanje (treće O - O³) obuhvata:

- Reazliaciju donetih odluka uglavnom na principu "O(ne)mogući"; i
- Upravljanje realizacijom - komandovanje u borbi.



Slika2 . - Proces odlučivanja na strategijskom nivou prema metodologiji O3 u sistemu odbrane

9. MATEMATIČKA FORMALIZACIJA ODLUKE

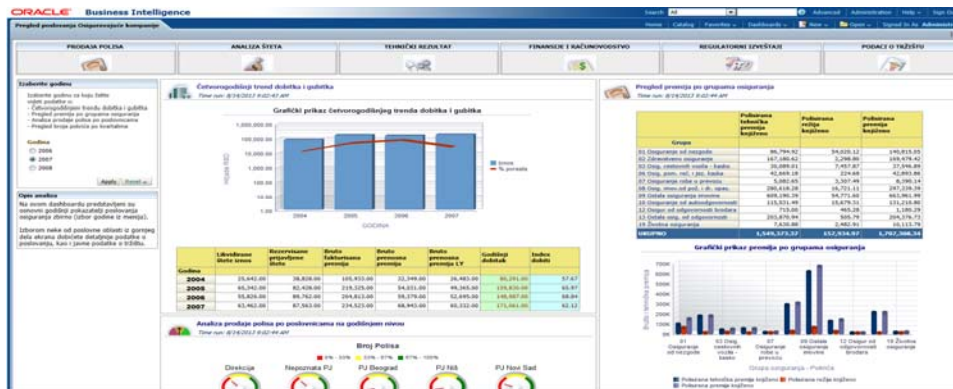
Jedan od prvih koraka u donošenju odluke je formalizacija samog problema. Za to se koriste matematički modeli koji su jedna od odrednica operacionih istraživanja kao naučne osnove za racionalno donošenje odluka. Formalizacija odlučivanja se vrši uređenom petorkom $O = f(A, S, \varphi, X, \geq)$, pri čemu je:

- $A = \{a_i\}$ - skup alternativa, od kojih se bira jedna,
- $S = \{s_j\}$ - skup mogućih (neizvesnih) stanja okoline i njihov opis,
- $\varphi : A \times S \rightarrow X$ - preslikavanje odluke u ishod,
- $X = \{x_{ij} | x_{ij} = \varphi(a_i, s_j)\}$ - ishod odluke ili plaćanje,
- \geq - relacija preferentnosti koja implicitno uključuje funkciju korisnosti donosioca odluke.

10. PREZENTACIJA ODLUKE

Donetu odluku potrebno je prezentovati na pravi način uzimajući u obzir da se odluka donosi u vremenu i prostoru i vodi se računa o resursima, posebno finansijskim.

Ova metoda je primenjena u praksi i bazira se na menadžmentu znanja i uopotrebi savremenih tehnologija. Autori su izabrali Oracle Business Intelligence alate za prikupljanje podataka i pomoć pri donošenju odluka, uz instaliran Spatial sistem i google mape za prikaz tih rezultata u prostoru. Za planiranje resursa koriste se MS project ili za složenije finansijske sisteme Hyperion Planning. Na slici 3 je prikazan izgled ekrana iz aplikacije koja je zasnovana na ovoj metodologiji, a rešava problem donošenja odluka u osiguranju:



Slika3 . – Praktična primena predložene metode u Osiguranju

11. ZAKLJUČAK

Predložena metoda se bazira na najvažnijim resursima u savremenom načinu donošenja odluka, na znanju stečenom učenjem i iskustvom u predhodnim vremenskim periodima u kojima se odluka donosi i kome se predviđa dešavanje nekog događaja u budućnosti. Ti događaji se opisuju matematičkim modelom pomoću uređene petorke čime se prave uslovi za donošenje odluke vezane za taj događaj. Rezultati se predviđaju dataminig modelima. Rezultati donetih odluka se prikazuju grafički i geo-lokacijski i vodi se računa i planira se potreba svih raspoloživih resursa MS projectom i Hyperion Planning.

Vremenski gledano akumulirano znanje iz predhodnih perioda donosioci odluka koriste da bi sada doneli odluke o izvršenje operativnog delovanja – reakcije kojom će se uticati na događaje u budućnosti, a u cilju sticanja prednosti u odnosu na konkurenciju i rešavanje konfliktinih situacija u svoju korist, u sistemima čije funkcionisanje je puno neizvesnosti.

Metodom se na osnovu znanja predviđa stanje sistema u budućnosti, uzvešći u obzir finansijske komponente i to stanje se prikazuje u prostoru.

LITERATURA

- [1] Mučibabić, D.S., (1995). Višekriterijumski aspekti odlučivanja u konfliktinim situacijama, Doktorska disertacija, FON, Beograd.
- [2] Grupa autora (2004). Operaciona istraživanja, FON, Beograd.
- [3] Mučibabić, D.S., (2003). Odlučivanje u konfliktinim situacijama, Vojna Akademija Srbije, Beograd.
- [4] Veličkovski, S.D., (1999). „Primena tabela odlučivanja u višekriterijumskim konfliktinim situacijama“, magistarska teza, FON, Beograd.
- [5] Veličkovski, S.D., (2010). „Primena business intelligence modela u analizi poslovanja osiguravajućeg društva“, SYM-OP-IS 2010, Tara.
- [6] Oracle Business Intelligence Suite - Enterprise Edition Plus, dokumentacija sa zvaničnog Oracle sajta (<http://www.oracle.com/appserver/business-intelligence/enterprise-edition.html>)
- [7] Panian, Ž., Klepec, G., : Poslovna inteligencija, MASMEDIA, Zagreb, 2003



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Rudarstvo i geologija



IZBOR REKULTIVACIONOG REŠENJA POVRŠINSKOG KOPA KLENOVNIK VIŠEATRIBUTNOM ANALIZOM: MODELSKI PRISTUP KOD IZBORA

A SELECTION OF THE LAND RECLAMATION RESOLUTION OF THE OPEN PIT MINE KLENOVNIK BY A MULTI-ATTRIBUTE ANALYSIS: MODELING APPROACH IN SELECTION

SLOBODAN VUJIĆ¹, BOJAN DIMITRIJEVIĆ², JOVICA NIKOLIĆ¹, DRAGAN MILOŠEVIĆ¹, NENAD MAKAR¹, SIMEUN MARJANAC¹

¹ Rudarski institut Beograd, slobodan.vujic@ribeograd.ac.rs

² Rudarsko-geološki fakultet Beograd, bojan.dimitrijevic45@gmail.com

Sažetak: Na površinskom kopu lignita "Klenovnik" u Kostolačko ugljenom basenu trajno se obustavljaju eksploatacioni radovi. Prema Zakonu o rudarstvu mora se izvesti rekultivacija i uređenje prostora degradiranog rudarskim radovima. Za te potrebe urađen je Glavni rudarski projekat. Ključni zadatak prilikom projektovanja odnosio se na izbor rešenja rekultivacije i uređenja predela. U rešavanju projektantskih dilema i u odlučivanju o izboru konačnog rešenja primenjena je višeatributna analiza korišćenjem modela PROMETHEE. U radu su prikazani rezultati ove analize, a u radu koji sledi u knjizi, prikazano je proisteklo projektno rešenje.

Ključne reči: rekultivacija, izbor rešenja, višeatributna analiza, površinski kop Klenovnik, Kostolac

Abstract: At the open pit mine "Klenovnik" of the Kostolac Coal Basin, exploitation operation is upon permanent cessation. According to the Law on Mining, land reclamation and spatial arrangement of the area demoted by mining operations must be performed. To this end, the Main Mining Project was completed. The key design task was related to the resolution of land reclamation and spatial arrangement. In solving this designers' dilemmas and decision making on the final solution, the PROMETHEE model multi-attribute analysis was applied. The paper presents the results of this analysis, and in the paper that follows in the Book of Proceedings, the resulting design solution is presented.

Keywords: land reclamation, solution selection, multi-attribute analysis, open pit mine Klenovnik, Kostolac

1. UVOD

Eksploatacija lignita u Kostolačkom ugljenom basenu ima dugu tradiciju. Eksploatacija uglja u Kostolcu započinje u drugoj polovini XIX veka, inicirana pojavom parnih brodova na Dunavu i potrebom njihovog snabdevanja ugljem. Lignit je podzemno otkopavan u jami "Stari Kostolac", nešto kasnije otvoren je rudnik "Klenovnik" sa tri jame. Na ovoj lokaciji je 1983. godine otvoren površinski kop na kome se sada obustavljaju rudarski radovi zbog iscrpenosti rezervi. Prema Zakonu o rudarstvu, a pre svega prema moralnim i etičkim načelima, posle trajne obustave radova na površinskim kopovima, degradirano zemljište mora se rekultivisati i predeo urediti. Da bi to bilo osmišljeno i kontrolisano, Zakon nalaže izradu glavnog rudarskog projekta za trajnu obustavu radova.

Prilikom izrade projekta za površinski kop "Klenovnik", ključni inženjerski zadatak odnosio se na izbor oblika i načina rekultivacije i uređenja eksploatacionog polja. U toku analize brojne ideje radale su dileme i jačale pitanje izbora najboljeg rešenja. Brojnost mogućih alternativnih rešenja, raznolikost njihovih kombinacija, broj kriterijumskih uslova i njihova međusobna suprotstavljenost, projektantskom timu zadalo je pitanje: Kako argumentovano izabrati najbolje rešenje? Operativni odgovor pružala je višeatributna, odnosno višekriterijumska analiza.

Kod izbora modela višeatributne analize, konsultovana je klasifikacija sa dve grupe modela:

1. U provoj su modeli prema kojima se višeatributni problemi kontinualnog matematičkog oblika svode na problem rešiv nekom od poznatih pristupa matematičkog programiranja;
2. U drugoj grupi su modeli prema kojima se problemi rešavaju analizom i rangiranjem alternativa. Pretpostavka je da su sve alternative kriterijumski vrednovane na isti način, a postupak vrednovanja

može biti matematičko izračunavanje, eksperimentalno merenje, heurističko vrednovanje ili subjektivno ocenjivanje.

Priroda i logička topologija našeg problema, upućivala je na drugu grupu modela među kojima treba tražiti pristup za izbor oblika i načina rekultivacije i uređenja predela eksploatacionog polja površinskog kopa "Klenovnik". Među modelima ove familije, ELECTRE, PROMETHEE, AHP, VIKOR i dr., za potrebe projekta izabran je model PROMETHEE. Nećemo ulaziti u analizu i ocenu višeatributnih modela, to nije tema ovoga rada, ali pri izboru modela prevagu je imalo iskustvo u njegovom korišćenju, postignuti rezultati i ugrađenost u PROMETHEE model šest generalizovanih kriterijuma za iskazivanje preferencija donosioca odluke, što ublažava subjektivni uticaj. Ovo ne negira ostale metode i ne isključuje njihovu primenljivost u rešavanju ove klase problema.

2. VIŠEATRIBUTNI MODEL

Preliminarnom analizom ustanovljeno je da su za uslove površinskog kopa "Klenovnik" moguća sledeća rekultivaciona rešenja: A1-šumarstvo; A2-poljoprivreda (ratarstvo i povrstarstvo); A3-poljoprivreda (voćarstvo i vinogradarstvo); A4-poljoprivreda u kombinaciji sa A1-A3,A6-A8; A5-šumarstvo i poljoprivreda; A6-akvatorijalni kompleks (vodene površine za sport i rekreaciju) i ribarstvo u kombinaciji sa A1-A5,A7; A7-sportsko rekreativni kompleks u kombinaciji sa A1-A6; A8-parkovsko uređenje u kombinaciji sa A6,A7; A9-Muzejski kompleks u kombinaciji sa A1, A6,A8; A10-Spontana sukcesija i autorekultivacija.

Ocenjeno je da 12 kriterijuma pokriva ekološke, tehničko-tehnološke, ekonomske, pejzažne, lokalne socijalne i druge aspekte vrednovanja važne za izbor rešenja rekultivacije: K1-visina investicionih ulaganja po jedinici površine; K2-dužina investicionog perioda; K3-vreme povraćaja uloženi sredstava; K4-troškovi godišnjeg održavanja po jedinici rekultivisane površine; K5-uklopljivost rekultivacionog rešenja u ambijentalnu sredinu; K6-interesi lokalne zajednice; K7-tehnološka zahtevnost izvođenja rekultivacionih radova; K8-organizaciona zahtevnost izvođenja radova; K9-vreme post rekultivacionog održavanja; K10-procentualni udeo rekultivacione forme u ukupnom rekultivacionom zahvatu; K11-socijalni i ekonomski značaj rekultivacije i uređenja predela.

Limitiranosti prostora za rad, uticala je na izostavljanje opisa vrednovanja kriterijuma. U tabeli 1. prikazan je inicijalni matrični model sa vrednostima kriteijuma.

Tabela 1: Inicijalni matrični model

		Kriterijum										
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
min/max		min	max	min	min	max	max	min	min	min	max	max
Tip		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Težina		0,7	0,6	0,6	0,8	0,5	0,9	0,3	0,6	0,1	0,85	
Alternativa	A1	15	9	8.5	8.5	9	6	8.5	8.5	8	27	8.5
	A2	100	1.5	2	5.25	9	8.5	8	8	2	43	8.75
	A3	250	4	5.25	2	9	8.5	6	6	2	5	5
	A4	300	6.5	8.5	2	6.5	6	5.25	5.25	2	5	8
	A5	125	4.8	5.25	5.25	9	7.6	7.5	7.5	4	15	8.75
	A6	25	1.5	2	2	4	4	2	2	8	2	5.25
	A7	150	5	2.5	8	9.5	9.5	5.5	5.5	9.5	30	7
	A8	85	1.5	2	8.5	6.5	8.5	8	8	3	4.95	8
	A9	180	1.5	2	8.5	6.5	9	8	6	4	4.95	9
	A10	0.1	1.5	5.25	8.5	4	2	9	9	9	50	1.75

3. REZULTAT OBRADJE

Ishod obrade problema metodom PROMETHEE, prikazan je u tabeli 2. Prema poredku mogućih rekultivacionih rešenja, najviši rang ima alternativa A4, kojom se predlaže vraćanje degradiranih površina eksploatacionog polja površinskog kopa "Klenovnik" poljoprivredi kombinovano sa šumskim zasadima, vodenim površinama, parkovskim, sportsko rekreativnim i sličnim sadržajima.

U poredku slede alternative: A2, A3, A7, A9, A5, A8, A6, A1 i A10. Nijansirane razlike vrednosti rang ocena, između prvo rangirane A4 i alternativa A2, A3 i A7, potvrđuje prednost rešenja rekultivacije i uređenja degradiranog predela kojim se predlaže formiranje prostorne kompozicije poljoprivrednih, šumski, sportsko-rekreativnih i sličnih sadržaja.

U radu koji sledi u knjizi, prikazana je koncepcija rekultivacije i uređenja degradiranog prostora površinskog kopa "Klenovnik".

Tabela 2: Indeksi preferencija i poredak alternatva

		Alternativa												Rang
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	T+	T	
Alternativa	A1	0.0000	0.0960	0.2480	0.3280	0.1120	0.4720	0.3280	0.3280	0.1920	0.7600	0.3182	-0.2569	9
	A2	0.8240	0.0000	0.2480	0.4720	0.3520	0.5840	0.4720	0.5680	0.3200	0.8880	0.5253	0.2507	2
	A3	0.6720	0.4320	0.0000	0.3200	0.5760	0.5440	0.3360	0.6240	0.5760	0.8880	0.5520	0.2409	3
	A4	0.4320	0.4320	0.4400	0.0000	0.5280	0.6800	0.6640	0.5440	0.5440	0.8880	0.5724	0.2560	1
	A5	0.8080	0.3040	0.2480	0.4720	0.0000	0.6800	0.3600	0.6640	0.3680	0.8880	0.5324	0.1529	6
	A6	0.4320	0.2240	0.3280	0.1920	0.3200	0.0000	0.4160	0.2240	0.2240	0.8080	0.3520	-0.1733	8
	A7	0.6720	0.5280	0.6640	0.3360	0.6400	0.5840	0.0000	0.6720	0.5600	0.8880	0.6160	0.2320	4
	A8	0.5440	0.0000	0.2320	0.2400	0.3360	0.5840	0.3280	0.0000	0.0960	0.7600	0.3467	-0.1067	7
	A9	0.6800	0.4400	0.3760	0.3760	0.5360	0.5840	0.4400	0.4400	0.0000	0.7600	0.5147	0.1929	5
	A10	0.1120	0.0160	0.0160	0.1120	0.0160	0.0160	0.1120	0.0160	0.0160	0.0000	0.0480	-0.7884	10
	T	0.5751	0.2747	0.3111	0.3164	0.3796	0.5253	0.3840	0.4533	0.3218	0.8364			

4. ZAKLJUČAK

Izbor oblika i načina rekultivacije degradiranih površina rudarskim radovima, osetljiv je i multidisciplinarni problem, od čijeg rešenja zavise biološki, ekološki, socijalno-ekonomski, kulturološki i dr. efekti sagledivi u dužem vremenu. Izloženi pristup u radu, može biti instruktivan i poučan za rešavanje ovakvih i sličnih problema, i u tom smislu prevazilazi interni značaj jednog površinskog kopa

Naše iskustvo ukazuje da je PROMETHEE model delotvoran u analizama, izboru, ocenama, odlučivanju i u rešavanju tematski različitih višeatributnih problema u rudarstvu i geologiji.

Polazna pretpostavka uspešnom prilazu u rešavanju rudničkih višeatributnih problema je pravilan izbor i postavka adekvatnog matematičkog modela. U proceduralnom smislu, zavisno od složenosti realnog problema, od stručnosti, interesa, motivisanosti i opreznosti aktera donošenja odluke, višeatributnih modeli su manje ili više uspešne aproksimacije realnih situacija, u kojima subjektivnost aktera analize, neizbežna i nepoželjna, najviše prostora ima pri verbalnom vrednovanju kriterijuma. Koje kriterijume primeniti i kako kriterijumski oceniti alternative je ključno pitanje suštinskog uticaja na ishod višekriterijumske analize.

LITERATURA

- [1] Abath, J.R., & de Almeida, A.T. (2009). Outsourcing multi-criteria decision model based on PROMETHEE method (Report), Journal of Academy of Business and Economics, International Academy of Business and Economics, 9(1).
- [2] Brans, J.P., & Mareschal, B. (2005). PROMETHEE methods, Figueira J., Greco S., Ehrgott M., eds. Multiple decision criteria state of the art surveys, Springer, 163-196.
- [3] Glavni rudarski projekat trajne obustave radova na površinskom kopu uglja "Klenovnik", Rudarski institut Beograd, 2013.
- [4] Halouani N., Chabchoub H., Martel J.-M. (2009). PROMETHEE-MD-2T method for project selection, European Journal of Operational Research, 195(3), 841-849.
- [5] Vujić, S. (2004). A comparative multi-criteria analysis of possible technologies used for selective mining, conveyance and dumping of solum at coal open pit mines of the Electric Power Industry of Serbia, Annual of University of Mining and geology "St. Ivan Rilski", Part II: Mining and mineral processing, vol. 47, Sofia, Bulgaria, 197-200.
- [6] Vujić, S., Kovačević, S., Makar, M. i dr (2006). Selektivno otkopavanje i odlaganje otkrivke u funkciji rekultivacije površinskih kopova uglja, Elektroprivreda Srbije, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Akademija inženjerskih nauka SCG, 232.
- [7] Vujić, S., Cvejić, J., Miljanović, I., & Dražić, D. (2009). Projektovanje rekultivacije i uređenja predela površinskih kopova, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Akademija inženjerskih nauka Srbije, 365.



IZBOR REKULTIVACIONOG REŠENJA POVRŠINSKOG KOPA KLENOVNIK VIŠEATRIBUTNOM ANALIZOM: REŠENJE REKULTIVACIJE I UREDJENJA PREDELA

A SELECTION OF THE LAND RECLAMATION RESOLUTION OF THE OPEN PIT MINE KLENOVNIK BY A MULTI-ATTRIBUTE ANALYSIS: RECLAMATION AND SPATIAL ARRANGEMENT

JOVICA NIKOLIĆ, DRAGAN MILOŠEVIĆ, NENAD MAKAR, SIMEUN MARJANAC, VIOLETA ČOLAKOVIĆ, VLADAN ČANOVIĆ

Rudarski institut Beograd, jovica.nikolic@ribeograd.ac.rs

Sažetak: Rad predstavlja nastavak prethodnog u knjizi. Limitiranost prostora za publikovanje radova *Symopis-a*, uticala je na ovakvu podelu. U radu je prikazano rešenje rekultivacije i uređenja predela površinskog kopa lignite "Klenovnik" u Kostolačkom ugljenom basenu, proisteklo iz višeatributne analize prikazane u prethodnom radu.

Cljučne reči: rekultivacija, izbor rešenja, višeatributna analiza, površinski kop Klenovnik, Kostolac

Abstract: The paper continues the preceding paper. Limited space for publishing *Symopis* influenced this division. The paper presents a solution of land reclamation and spatial arrangement of the "Klenovnik" open pit mine in the Kostolac Coal Basin, following the results of the analysis presented in the preceding paper.

Keywords: land reclamation, solution selection, multi-attribute analysis, open pit mine Klenovnik, Kostolac

1. UVOD

Kostolački ugljeni basen, prostire se na teritoriji opštine Požarevac i Braničevskom okrugu. Rudarsko-energetskom kompleksu basena, prpadaju ležišta i rudnici uglja "Drmno", "Ćirikovac", "Klenovnik" i termoelektrane Kostolac A i B (u Kostolcu i Drmnu).

Površinski kop "Klenovnik" je u centralnom delu basena, ima povoljnu komunikacionu poziciju za drumski, železnički i vodeni saobraćaj. Afaltnim putem ležište je povezano sa Kostolcom i Požarevcem. Industrijskom prugom normalnog koloseka Požarevac–Kostolac, ostvaruje se veza sa železničkom mrežom u zemlji. Povoljni su uslovi i za vodeni saobraćaj Dunavom. Dobre saobraćajne veze površinskog kopa "Klenovnik" omogućuju nesmetanu dopremu materijala i opreme.

Krajolik ležišta je tipičan za šire područje Braničevskog okruga, ležište je na uzvišenom delu sa lepim pogledom na Kostolac, površinski kop "Drmno" i arheološki kompleks Viminacijum.

Zbog iscrpenosti rezervi lignita u ležištu, u toku je trajna obustava eksploatacionih radova na površinskom kopu "Klenovnik" otvorenom 1983. godine. Saglasno Zakonu o rudarstvu Rudarski institut Beograd uradio je Glavni rudarski projekat za trajnu obustavu radova na površinskom kopu "Klenovnik". U radu je dat osnovni prikaz koncepcije rekultivacije i uređenja rudarskim radovima degradiranog predela na ovoj lokaciji.

2. KONPCIJA REŠENJA REKULTIVACIJE

Obustava radova na rudniku predstavlja skup sekvencijalnih aktivnosti, koje započinju planiranjem i projektovanjem, a završavaju se biološkom rekultivacijom i uređenjem predela.

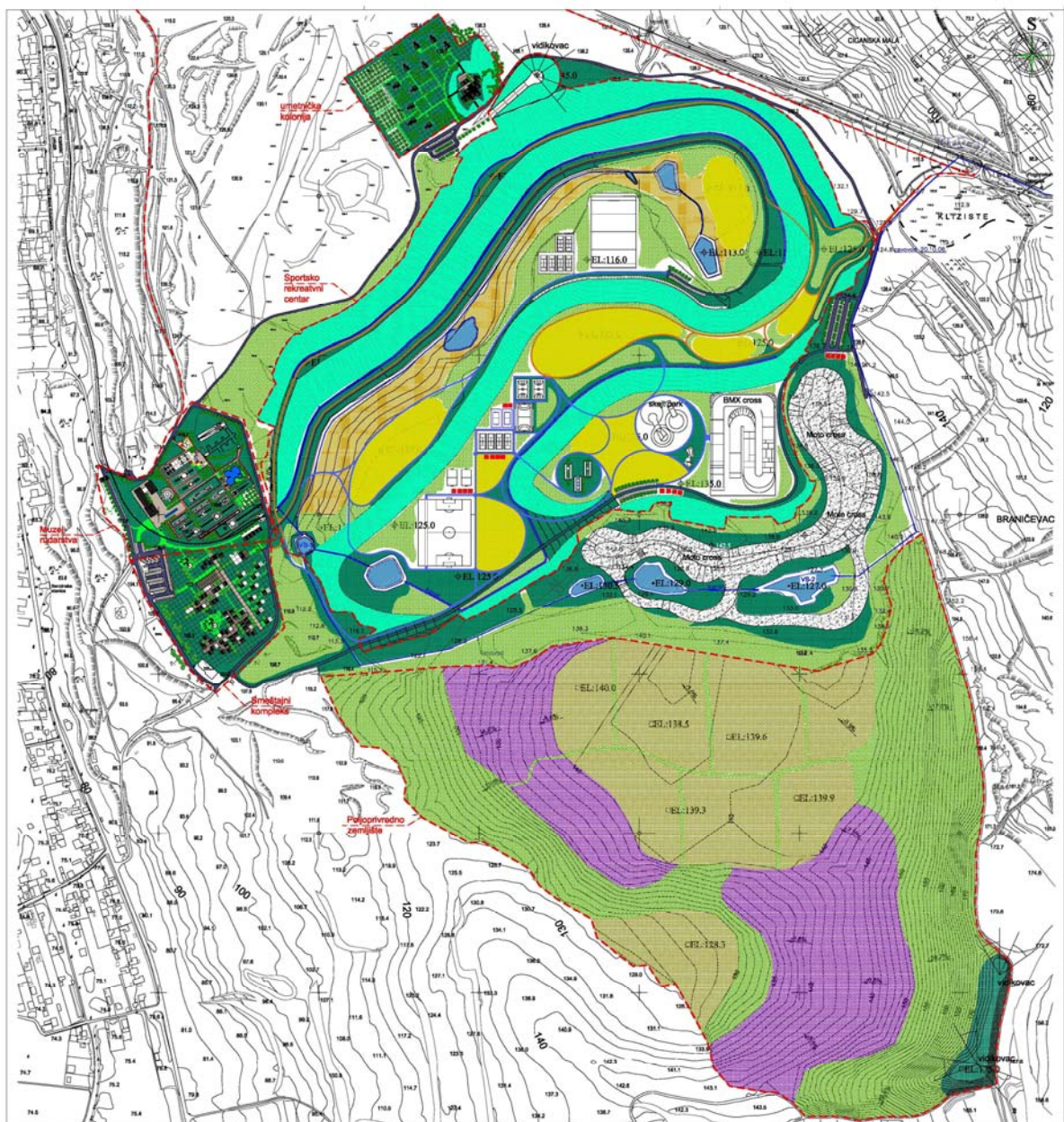
Uslovi i prostorne mogućnosti lokacije površinskog kopa "Klenovnik" ključno su uticali na koncepciju rekultivacije i uređenja ovog prostora, sa ciljem stvaranja novog ambijenta uklopljenog u krajolik, sa novim ekonomskim funkcijama i kulturnim sadržajima. Pri tome posebno je vođeno računa o blizi i budućoj interaktivnoj vezi sa Viminacijumom. Na prostoru površinskog kopa "Klenovnik", planirani su sledeći sadržaji:

1. Muzej rudarstva;

2. Parkovi;
3. Likovna kolonija (etno selo);
4. Sportsko-rekreativni kompleks sa terenima za razne sportove, biciklizam i motokros;
5. Sportsko selo za boravak mladih i sportista;
6. Manje vodene površine;
7. Površine namenjene poljorivredi (ratarstvu);
8. Površine namenje šumskim zasadima;
9. Površine koje se prepuštaju spontanjoj sukcesiji.

Pre početka radova na biološkoj rekultivaciji i izgradnji sadržaja neophodna je nivelacija terena, uređenje kosina radi stabilnosti i fomirati platoi za izgradnju planiranih sadržaja.

Kaskadne kosine u severnom i severoistočnom delu predviđene su za pošumljavanje, ostale kosine posle sanacije i nivelisanja biće u funkciji za buduće namene. Na slikama 1 i 2 prikazana su rešenja organizacije i uređenja prostora, planirani sadržaji, plan ozlenjavanje i namene površina eksploatacionog polja površinskog kopa "Klenovnik".



Slika 1: Plan namene površina eksploatacionog polja površinskog kopa "Klenovnik"



Slika 2: Plan organizacije prostora Muzeja rudarstva i sportskog sela

3. ZAKLJUČAK

Projekat posebno ističe neophodnost još detaljnije analize u cilju provere ugroženosti sredine, pre svega zbog prognoze njenog opterećenja sa novim sadržajim. Svakako to je važno i zbog pouzdanijeg premera i predračuna, dinamike i načina izvođenja radova. Vcišeatributna anliza primenjena kod izbora oblika, načina rekultivacije i uređenja degradiranog prostora površinskog kopa "Klenovnik", veoma je pomogla u sigurnosti kod u donošenju konačne odluke.

LITERATURA

- [1] Glavni rudarski projekat trajne obustave radova na površinskom kopu uglja "Klenovnik", Rudarski institut Beograd, 2013.
- [2] Vujić, S., Kovačević, S., Makar, M. i dr. (2006). Selektivno otkopavanje i odlaganje otkrivke u funkciji rekultivacije površinskih kopova uglja, Elektroprivreda Srbije, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Akademija inženjerskih nauka SCG, 232.
- [3] Vujić, S., Cvejić, J., Miljanović I., Dražić, D. (2009). Projektovanje rekultivacije i uređenja predela površinskih kopova, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Akademija inženjerskih nauka Srbije, 365.



FAZE FORMIRANJA GRAFIČKE DOKUMENTACIJE RUDNIKA SA POVRŠINSKOM EKSPLOATACIJOM

STAGES IN CREATION OF GRAPHIC DOCUMENTATION OF SURFACE MINES

ALEKSANDAR MILUTINOVIĆ¹, ALEKSANDAR GANIĆ², IGOR MILJANOVIĆ³

¹ Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, amilutinovic@rgf.bg.ac.rs

² Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, aganic@rgf.bg.ac.rs

³ Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, imiljan@rgf.bg.ac.rs

Rezime: *Specifičnost površinske eksploatacije mineralnih sirovina sa aspekta definisanja i praćenja promena stanja u prostoru je raznovrsnost u geometrijskim oblicima i dimenzijama elemenata površinskog kopa kao što su etaže, rampe, platforme, okretnice, useci, nasipi, pristupni putevi, kanali, itd. Specifičnost čini i različit položaj pomenutih elemenata u prostoru, stalna promena stanja i složenost rudarskih radova, pa se može konstatovati da grafička dokumentacija rudnika sa površinskom eksploatacijom ima kompleksan sadržaj i da je njeno formiranje aktivnost koja zahteva sukcesivnu izradu i ažurnost, uz obavezno praćenje svih faza kroz koje jedan površinski kop prolazi u svom eksploatacionom veku, što je i prikazano u ovom radu.*

Ključne reči: *Rudarstvo, površinska eksploatacija, površinski kop, grafička dokumentacija.*

Abstract: *The specific feature of the open pit mining from the point of view of defining and monitoring changes of spatial condition is the variability in geometry shapes and dimension of elements of the open pit mine such as floors, ramps, platforms, turntables, working trenches, banks, access roads, channels, etc. The specific feature is also the different position of these elements in space, permanent condition variability and the complexity of mining operations. Therefore, graphical documentation of the open pit mine is complex, and its formation is the activity demanding successive development and updating, with mandatory monitoring of all stages that an open pit mine passes in its exploitation life, which is presented in this paper.*

Keywords: *Mining, surface mining, open pit mine, graphic documentation.*

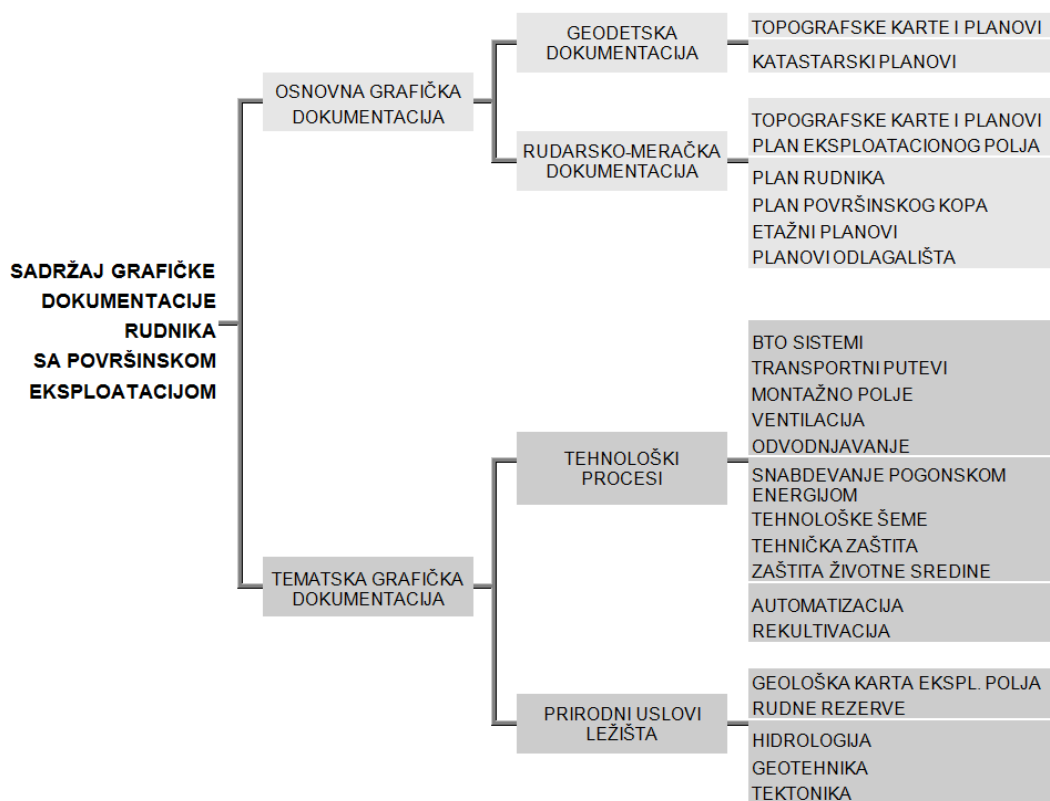
1. UVOD

Grafička dokumentacija rudnika je skup određenog broja i vrsta grafički predstavljenih podataka koji daju informacije o prostornom položaju i geometriji rudarskih objekata i rudarskoj proizvodnji u svim njenim fazama od projektovanja i eksploatacije do zatvaranja rudnika i njegove posteksploatacione faze, odnosno reaktivacije ili revitalizacije.

U okviru grafičke dokumentacije rudnika (dalje u tekstu GDR) sa površinskom eksploatacijom, (slika 1), nalazi se veliki broj grafičkih prikaza koji su klasifikovani prema osnovnom i tematskom sadržaju. GDR sa površinskom eksploatacijom sadrži grafičke prikaze koji pružaju informacije o:

- prirodnim objektima i objektima infrastrukture, komunikacijama i reljefu u prostoru eksploatacionog polja rudnika;
- prostornom položaju i geometriji površinskog kopa;
- mehanizaciji, opremi i uređajima;
- tehničko-tehnološkim aktivnostima;
- geološkim karakteristikama ležišta i prirodnim uslovima eksploatacije.

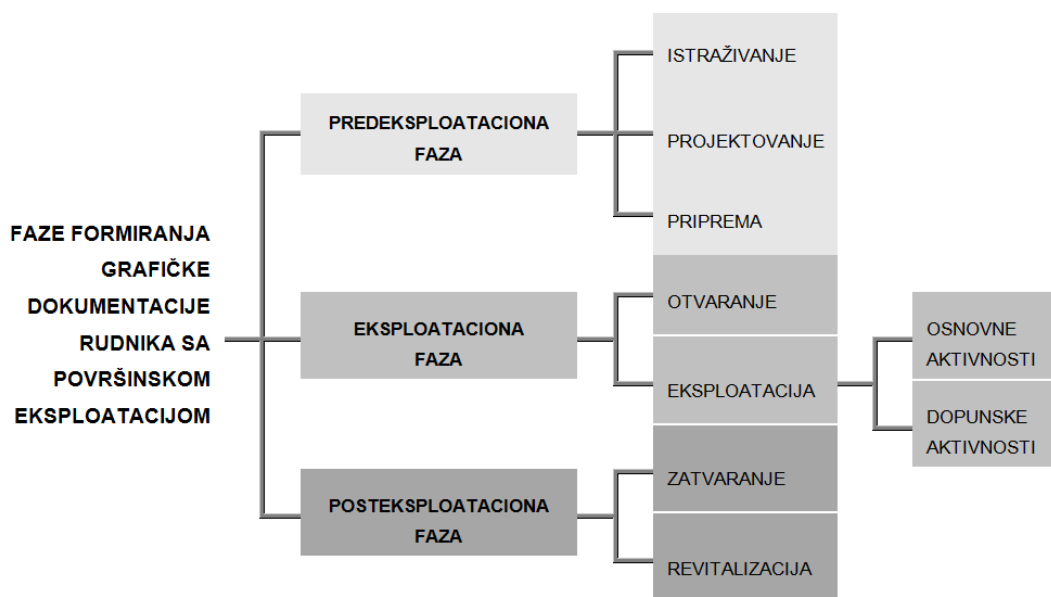
Ovu dokumentaciju karakteriše specifičnost i raznovrsnost, koja proizilazi iz njene namene, oblika, sadržaja, dimenzija i geometrije objekata koji se prikazuju, različitih pojava, uticaja na životnu sredinu, stalnih promena situacije i sl.



Slika 1: Šematski prikaz sadržaja grafičke dokumentacije rudnika sa površinskom eksploatacijom

2. FAZE FORMIRANJA GRAFIČKE DOKUMENTACIJE

Tehničko-tehnološke aktivnosti u površinskoj eksploataciji kao i sadržaj grafičke dokumentacije nameću potrebu da se formiranje i ažuriranje grafičke dokumentacije rudnika vrši u tri faze koje generišu određene aktivnosti (procese). Na slici 2 dat je šematski prikaz faza formiranja grafičke dokumentacije rudnika sa površinskom eksploatacijom.



Slika 2: Šematski prikaz faza formiranja grafičke dokumentacije rudnika sa površinskom eksploatacijom

2.1. Predeksploataciona faza

Prikupljanje, obrada i prezentacija podataka o resursima prostora budućeg rudnika kao i tehničko-tehnološka rešenja u cilju eksploatacije mineralne sirovine, obavlja se kroz aktivnosti u predeksploatacionoj fazi koju čine istraživanje, projektovanje i priprema.

Istraživanje

Za potrebe detaljne geološke prospekcije terena i istražnog bušenja u predeksploatacionoj fazi, neophodno je raspolaganje postojećom grafičkom dokumentacijom o potencijalnoj lokaciji i po potrebi ažuriranje iste ili izrada novih grafičkih podloga na osnovu podataka dobijenih geodetskim merenjima na potencijalnoj lokaciji. Zavisno od površine koja predstavlja potencijalno eksploataciono polje, grafička dokumentacija je različite razmere:

- topografske karte, razmere 1:5000 do 1:25000,
- topografski planovi, razmere 1:2500 do 1:5000,
- topografsko-katastarski planovi, razmere 1:1000 i krupnije.

Grafička dokumentacija koju čini geodetska podloga razmere 1:25000 postoji za celu teritoriju države i koristi se u fazi istraživanja za potrebe kako površinske tako i podzemne eksploatacije. Karte razmere 1:10000 dobijene fotogrametrijom postoje za veći deo teritorije države. Karte razmere 1:5000 (osnovna državna karta) postoje samo za deo teritorije države. Sve ove karte koriste se za geološka istraživanja na potencijalnom eksploatacionom polju bez obzira na vrstu eksploatacije koja će se primeniti. Za detaljna geološka istraživanja (istražne bušotine) često su potrebna geodetska snimanja za izradu planova razmere sitnije od 1:1000.

Po završetku geoloških istraživanja, kada je definisano eksploataciono polje budućeg rudnika, radi dobre pripreme dokumentacije za fazu projektovanja mogu se za pojedine delove istražene površi izvršiti geodetska merenja i izrada planova razmere 1:1000 i krupnije.

Projektovanje

U projektnoj fazi, obim i raznovrsnost geodetske grafičke dokumentacije je manji u odnosu na dokumentaciju u fazi istraživanja. Projektna dokumentacija sastoji se od idejnog i glavnog rudarskog projekta.

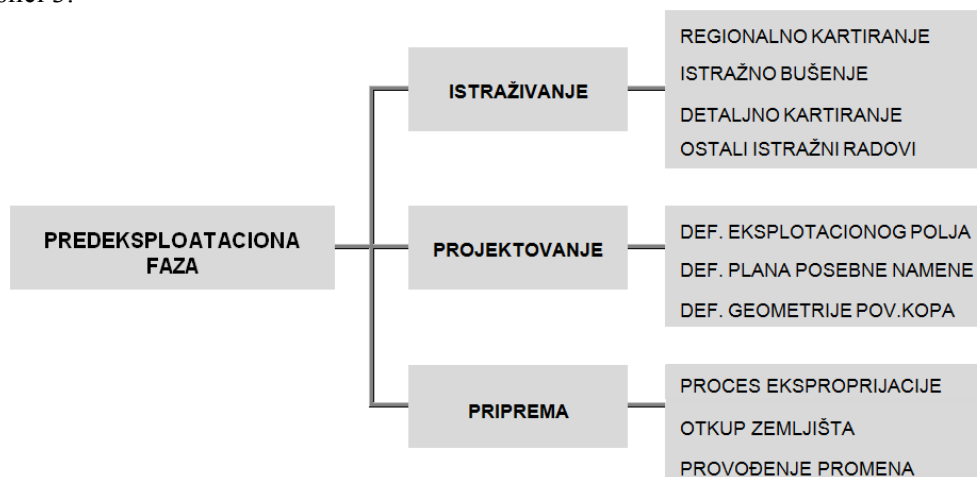
Za potrebe izrade idejnog rudarskog projekta, pored geodetske osnovne dokumentacije, često je potrebno izraditi i tematske planove i karte (karta stabilnosti terena i sl.) U idejnom projektu, rudarsko-meračka dokumentacija (RMD) oslanja se na geodetsku dokumentaciju koja se dopunjava rudarskim objektima i tehničko-tehnološkim rešenjima kao idejna rešenja budućeg rudnika. RMD je u ovoj fazi praktično geodetska dokumentacija obogaćena rudarsko-geološkim sadržajem sa već definisanim standardnim razmerama planova. U fazi izrade idejnog projekta često je potrebno izvršiti neka dopunska snimanja i izradu planova krupnije razmere od 1:1000 (npr. lociranje upravnih i tehničkih objekata, objekata flotacije ili separacije, itd.).

Pri izradi glavnog rudarskog projekta, RMD je njegov sastavni deo te sadrži planove, profile, preseke, sheme, skice, itd. kojima se definiše prostorni položaj ležišta mineralne sirovine, rudarski objekti sa gabaritima, tehnologija izrade, metode otkopavanja, odvodnjavanje, doprema energenata, itd. RMD sadrži, pored plana rudnika, etažne planove, planove odlagališta, kapitalnih objekata, odvodnjavanja, itd. U sadržaju RMD-a, s obzirom na kompleksnost rudarskih objekata i aktivnosti koje se projektuju, nalaze se osnovna i tematska dokumentacija koje se izrađuju u razmerama 1:1000 i krupnije. U fazi izrade glavnog rudarskog projekta ne izrađuje se nova geodetska dokumentacija već se koristi geodetska dokumentacija iz idejnog projekta.

Priprema

U fazi pripreme, obavlja se eksproprijacija čime se regulišu imovinsko-pravni odnosi između rudnika i fizičkih ili pravnih lica koja su vlasnici nepokretnosti na eksploatacionom polju rudnika. Regulisanje odnosa može se obaviti kupoprodajom nekretnine, koncesijom, zemenom dobara ili na neki drugi način koji definišu dve strane u Ugovoru, a u skladu su sa Zakonom. Za ove radove neophodna je dokumentacija koju poseduje Katastar nepokretnosti (zemljište i objekti) koja se sastoji od alfanumeričkih i grafičkih podataka (listovi nepokretnosti, katastarski planovi, itd.). U pripremnoj fazi, neophodno je izvršiti i geodetsko snimanje pojasa eksproprijacije te obeležavanje granice eksploatacionog polja. U fazi pripreme značajno učešće imaju podaci državnog katastra nepokretnosti.

Sadržaj podataka GDR-a u predeksploatacionoj fazi, može se sagledati kroz šematski prikazane aktivnosti prikazane na slici 3.



Slika 3: Aktivnosti u predeksploatacionoj fazi

2.2. Eksploataciona faza

U eksploatacionoj fazi vrši se otkopavanje jalovine (otkrivka) i korisne mineralne sirovine kao i deponovanje istih na odlagališta (jalovišno, korisne mineralne sirovine). Eksploatacionu fazu čine aktivnosti na otvaranju površinskog kopa (izrada spoljašnjih i unutrašnjih useka otvaranja, izrada pristupnih puteva, hidrološki radovi, itd.) i eksploatacija (otkopavanje, transport i odlaganje otkrivke i mineralne sirovine).

Otvaranje

U fazi otvaranja rudnika koriste se planovi razmere 1:1000 i krupnije, koji su izrađeni za potrebe idejnog, odnosno glavnog projekta. Geodetska dokumentacija u ovoj fazi mora biti ažurirana ukoliko je u međuvremenu došlo do promena stanja na terenu (određeni zemljani radovi na pripremi terena za otvaranje rudnika: izrada useka otvaranja, pristupnih puteva, i dr.). U fazi otvaranja neophodno je u geodetskoj dokumentaciji evidentirati izrađene useke otvaranja, kanale za odvodnjavanje, pristupne puteve, izgrađene objekte u rudničkom krugu, itd.

U fazi otvaranja RMD, pored projektne dokumentacije, sadrži dokumentaciju sa geometrijskim elementima za obeležavanje rudarskih objekata. Ova dokumentacija se po potrebi dopunjuje i koriguje prema zahtevima koji se pojavljuju pri izvođenju radova na površi terena.

Sa razvojem radova pri otvaranju neophodno je izvršiti snimanje izvedenog stanja i ažuriranje istog u RMD. Ukoliko je neophodno izvršiti značajna odstupanja od glavnog projekta, izrađuje se dopunski rudarski projekat ili odgovarajući tehnički projekat u kojima učestvuje RMD sa sadržajem koji odgovara predmetnom odstupanju.

Eksploatacija

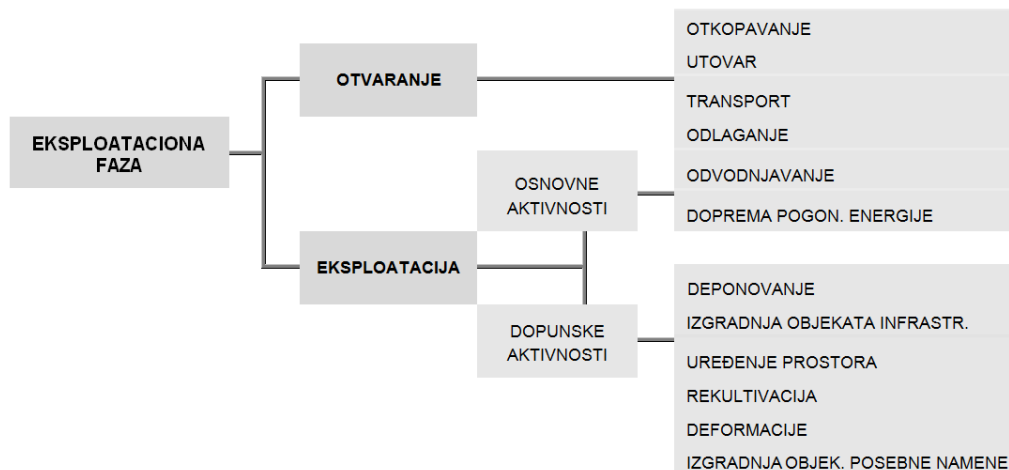
U fazi eksploatacije, geodetska dokumentacija se ažurira prema promenama stanja na terenu (promene stanja u rudničkom krugu, na spoljašnjim odlagalištima mineralne sirovine i jalovine, itd.). Ove promene ažuriraju se na planovima razmere 1:1000, a po potrebi i u krupnijoj razmeri. Stanje prostora u okviru površinskog kopa (useci otvaranja, etaže jalovine, mineralne sirovine, BTO sistemi, unutrašnja odlagališta, itd.) prikazuje se u rudarsko-meračkoj dokumentaciji.

U fazi eksploatacije, kao i u fazi otvaranja, RMD sadrži dokumentaciju sa geometrijskim elementima za obeležavanje rudarskih objekata. Moguća odstupanja od glavnog projekta, ukoliko nisu velika, evidentiraju se u RMD te vrši korekcija geometrijskih elemenata za obeležavanje. Potreba za većim odstupanjima zahteva dopunski rudarski projekat ili nužna odstupanja od glavnog rudarskog projekta u kojima RMD učestvuje prema potrebi.

U toku eksploatacije izrađuju se tehnički projekti u cilju rešavanja određenih tehničko-tehnoloških aktivnosti i izradu rudarskih objekata koji nisu obuhvaćeni glavnim rudarskim projektom. RMD ima svoje učešće i u ovim projektima kao grafička podrška pri rešavanju inženjerskih zadataka.

Razvojem površinskog kopa menja se stanje u prostoru pa je neophodno, prema utvrđenoj dinamici, evidentirati te promene kao i promene prostornog položaja rudarskih mašina, opreme i uređaja, te promene u pojavama (pojava vode, tečišta, klizišta, obrušavanja, itd). Navedene promene ažuriraju se u RMD-u na osnovu koje se interpretira stanje u prostoru.

U toku eksploatacije RMD sadrži plan rudnika, etažne planove, planove odlagališta sa osnovnim i tematskim sadržajem. Razmere dokumentacije su 1:1000 i krupnije. Aktivnosti u eksploatacionoj fazi prikazane su šematski na slici 4.



Slika 4: Aktivnosti u eksploatacionoj fazi

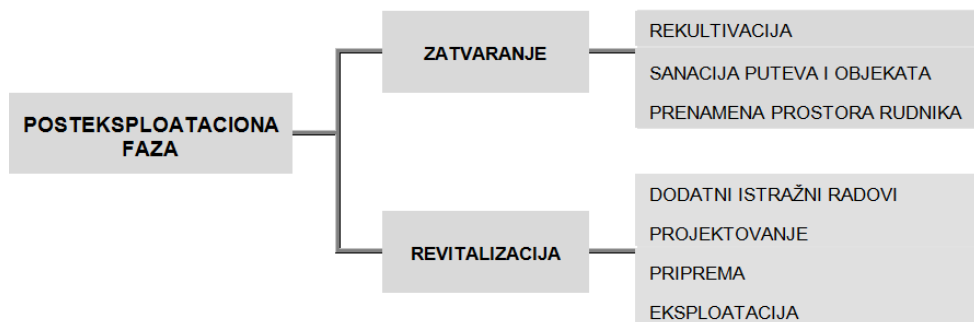
2.3. Posteksploataciona faza

Posteksploataciona faza sadrži dokumentaciju koja predstavlja kombinaciju podataka državnog katastra nepokretnosti i podataka završne evidencije svih prethodno praćenih pojava i stanja. Sadrži geometriju zaostalih otkopnih prostora sa i bez unutrašnjeg odlagališta, geometriju spoljnih odlagališta, objekte infrastrukture kao posledice rudarske proizvodnje.

U fazi zatvaranja rudnika, prema projektu rekultivacije površinskog kopa, sprovode se aktivnosti u prostoru eksploatacionog polja nakon završetka eksploatacije (zapunjavanje otkopanih prostora, ozelenjavanje površina, izgradnja veštačkih vodenih površina, prenamena prostora, itd.).

Pored grafičke dokumentacije u projektu rekultivacije, u posteksploatacionoj fazi izrađuje se i grafička dokumentacija sanacije puteva i objekata koji su korišćeni u toku eksploatacije, a koji će biti u funkciji i nakon zatvaranja kopa (infrastruktura od šireg društvenog značaja).

U okviru rekultivacije površinskog kopa moguće je izvršiti prenamenu prostora sa različitih aspekata: poljoprivredne površine, izgradnja industrijskih pogona, sportsko-rekreativnog centra, itd. Ove aktivnosti prati grafička dokumentacija koja jednim delom pripada geodetskoj (rudarsko-meračkoj), a drugim delom odgovarajućim oblastima (poljoprivreda, šumarstvo, građevinarstvo, itd.) u zavisnosti sa kojeg aspekta se vrši prenamena.



Slika 5: Aktivnosti u posteksploatacionoj fazi

U fazi revitalizacije površinskog kopa, grafička dokumentacija se po sadržaju ne razlikuje od dokumentacije pre zatvaranja rudnika, odnosno arhivirana dokumentacija se koristi za izradu projekata revitalizacije uz određene izmene i dopune sa aspekta ažurnosti podataka kao posledica promene stanja u prostoru od momenta zatvaranja rudnika pa do ponovnog pokretanja proizvodnje. Aktivnosti u posteksploatacionoj fazi prikazane su šematski na slici 5.

3. ZAKLJUČAK

Formiranje GDR-a može se posmatrati sa tri aspekta: stvaranje osnove za projektovanje rudarskih radova (predeksploataciona faza), praćenje stanja u eksploatacionom prostoru rudnika (eksploataciona faza) i ažuriranje stanja nakon eksploatacije (posteksploataciona faza). GDR u konkretnom slučaju ima određene specifičnosti koje su vezane za vrstu mineralne sirovine koja se eksploatiše, odnosno specifičnosti uslovljavaju kategorizaciju dokumentacije na: GDR metala, GDR nemetala i GDR uglja, što u ovom radu nije prezentovano.

Pravilno formirana GDR, (podrazumeva praćenje svih faza rudarskih aktivnosti i izrada dokumentacije u skladu sa Pravilnicima u okviru Zakona o državnom premeru i Zakonu o rudarstvu), obezbeđuje osnovu za većinu aktivnosti pri projektovanju, nadzoru, tehničko-tehnološkim radovima, analizama i sl.

Formiranje GDR-a u digitalnoj formi, prema datim fazama, predstavlja osnovu za izradu prostornog informacionog sistema rudnika jer broj, vrsta i raspored informacija koje sadrži, ispunjava zahteve za kvalitetnu interpretaciju eksploatacionog prostora, dinamiku dopunjavanja ili unošenja promena stanja kada se ona dogodi.

LITERATURA

- [1] Dimitrijević, S., Milutinović, A. (2001). O savremenoj izradi rudarsko-meračke grafičke dokumentacije u podzemnoj eksploataciji. Zbornik radova, Podzemna eksploatacija mineralne sirovine u novim uslovima privređivanja, Beograd, Srbija, 109-113.
- [2] Dimitrijević, S., Milutinović, A. (2007). Rudnička grafička dokumentacija. Časopis Geodetski žurnal, 24, 28-29.
- [3] Milutinović, A., Dimitrijević, S. (2008). Tematski planovi u površinskoj eksploataciji uglja. Zbornik radova, IV Međunarodna konferencija Ugalj 2008, Beograd, Srbija, 338-342.
- [4] Milutinović, A. (2011). Grafička dokumentacija rudnika. Monografija, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 1-270.
- [5] Službeni glasnik Republike Srbije. (2011). Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima. Beograd.



PREDLOG NOVOG KONCEPTA ZA ALGORITAMSKI PRISTUP UPRAVLJANJU RIZICIMA U POVRŠINSKOJ EKSPLOATACIJI

A PROPOSITION OF THE NEW CONCEPT OF ALGORITHM APPROACH FOR RISK MANAGEMENT IN SURFACE MINING

IGOR MILJANOVIĆ¹, ALEKSANDAR MILUTINOVIĆ¹, SNEŽANA KIRIN², GROZDANA GAJIĆ³

¹ Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, imiljan@rgf.bg.ac.rs

² Univerzitet u Beogradu, Inovacioni centar mašinskog fakulteta, Beograd, snezanakirin@yahoo.com

³ Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd, grozdana.gajic@sfb.bg.ac.rs

Rezime: U radu je prikazan predlog novog koncepta algoritamskog pristupa upravljanju rizicima u okviru procene, odnosno upravljanja rizicima u površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina. Rizici u površinskoj eksploataciji svrstani su u šest klasa, definisanih u odnosu na njihovo mesto prema tehnološkom procesu. Nakon razvoja algoritma upravljanja rizicima za svaku klasu, šest algoritama formira kocku upravljanja rizicima. U radu je prikazana ideja koja stoji iza razvoja kocke upravljanja rizicima u smislu identifikacije, prezentacije rizika i implementacije koncepta kod različitih tipova površinskih kopova, u različitom vremenskom okviru.

Ključne reči: upravljanje rizikom, rudarstvo, algoritam.

Abstract: The paper presents a proposition for the new concept of algorithm approach in risk management, for the purpose of open pit mining risk assessment, and consequentially, management. Risks in open pit mining are classified in six classes, defined by their position in relation to the technological process. Upon development of risk management algorithms for each of the class, the six algorithms form the risk management cube. The idea behind the cube is explained in terms of ease of identification, presentation and implementation to different types of open pit mines and in different timeframes.

Keywords: Risk management, mining, algorithm.

1. UVOD

U razmatranju praktičnih aspekata upravljanja rizicima u rudarstvu, promene koje se odigravaju u rudarskoj industriji predstavljaju jedan od determinišućih faktora. U svetskim okvirima, duži period visokih cena na tržištu praćen je padom industrijske potražnje, usled čega je došlo do tržišnih poremećaja za čitav niz mineralnih sirovina (Miljanović, 2012). U okviru rudarske industrije nije došlo do smanjenja rizika poslednjih godina, usled čega se postavlja pitanje zašto nije došlo do masovnije primene tehnika analize rizika tokom poslednje decenije? (Heuberger, 2005).

U okviru trenutno opredeljujućeg koncepta upravljanja rizicima, težište integrisanog sistema upravljanja u površinskoj eksploataciji je na definisanju osnovnih ciljeva upravljanja rizika u organizacionoj strukturi rudarskog proizvodnog sistema, pri čemu se kao glavni ciljevi izdvajaju: eliminacija potencijala za odvijanje neželjenih događaja, umanjivanje posledica u slučaju odigravanja neželjenih događaja, ili distribucija, uravnoteženje i konačno prihvatanje preostalih, odnosno rezidualnih rizika (Vujić et al., 2012).

Generalno važi stanovište da se proces upravljanja rizicima sastoji iz četiri stadijuma:

1. Identifikacija rizika – identifikacija hazarda i situacija koje imaju potencijal da prouzrokuju štetne događaje ili gubitke (koji se nazivaju i „neželjeni događaji“).
2. Analiza rizika – analiza intenziteta rizika koji se pojavljuje kao posledica neželjenih događaja.
3. Upravljanje rizicima – donošenje odluke o odgovarajućim merama u cilju smanjenja ili upravljanja neprihvatljivim rizicima.
4. Implementacija i održavanje upravljačkih mera uz mere kontrole i obezbeđivanja efikasnosti (Joy, 2004).

U literaturnim izvorima mogu se identifikovati i drugačije etapne klasifikacije procesa upravljanja rizicima (Tynan i Kochanek, Merna i Al-Thani), ali je reč uglavnom o varijacijama podele koja je

predstavljena ovde. Bez obzira na nazive stadijuma, najveći praktičan značaj za sprovođenje racionalnog, efikasnog i sveobuhvatnog upravljanja rizicima nosi prva faza, odnosno proces identifikacije ili definisanja postojećih rizika, pošto se u procesu analize i upravljanja mogu sprovesti odgovarajuće korektivne akcije, ali neodgovarajuća identifikacija mogućih otkaza ili hazarda skoro sigurno dovodi do nesreća nepoznatog intenziteta.

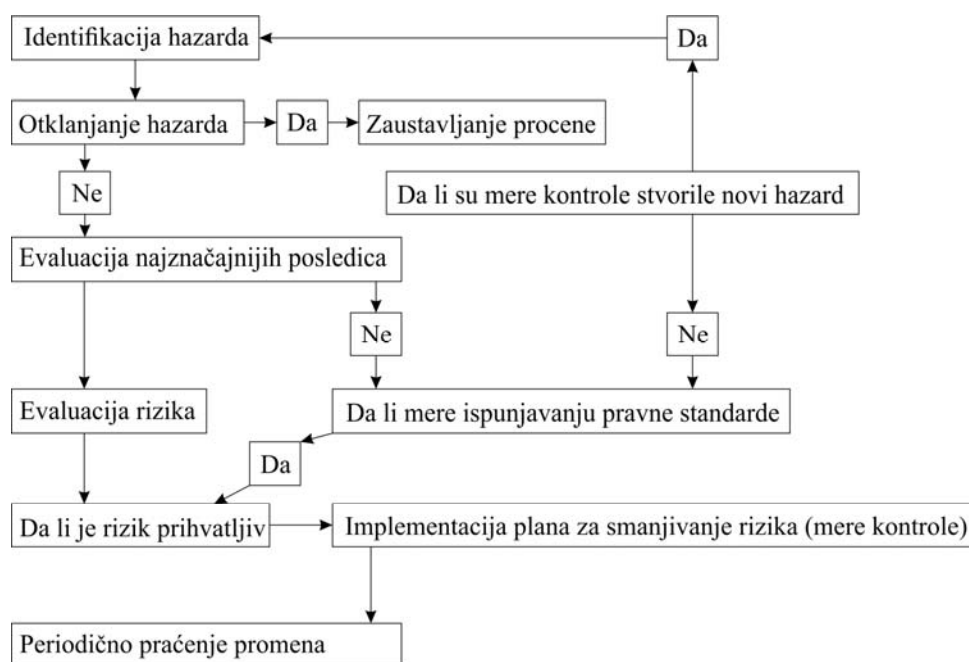
2. FORMIRANJE KLASA RIZIKA

U cilju utvrđivanja postupka identifikacije u okviru integralnog procesa upravljanja rizicima u površinskoj eksploataciji mogu se koristiti različiti parametri: vrsta mineralne sirovine, kapacitet rudnika, strateški značaj mineralne sirovine, opterećenost izabrane tehnologije hazardima, itd. Kao rezultat, razvijaju se različiti modeli upravljanja rizicima za različite namene. U postavljanju sveobuhvatnog modela upravljanja rizicima, moraju se uzeti u obzir svi postojeći rizici, stoga se u okviru procedura utvrđuju standardizovane liste koraka (algoritmi). Integracija postupaka i procedura koje čine proces upravljanja rizikom opisuju se odgovarajućim modelima.

Prema jednoj od podela tipova rizika, u rudarstvu se razlikuju:

- Spoljašnji rizici
- Unutrašnji rizici.

Spoljašnji rizici su rizici nad čijom verovatnoćom ili intenzitetom rudarske kompanije imaju veoma malo uticaja ili njihov uticaj ne postoji, poreklo takvih rizika je geopolitičko, tržišno, zakonodavno, finansijsko i sl. U najvećem broju slučajeva, mali broj parametara je pod uticajem rudarskih kompanija, ali njihov značaj nije zanemarljiv. Interni rizici povezani su sa tehničkim i tehnološkim aktivnostima koje se odvijaju u okviru površinskog kopa i njegove okoline. Kako se tehničke i tehnološke aktivnosti odvijaju u manjoj ili većoj meri prema odgovarajućim projektima, rudarske kompanije su u mogućnosti da procenjuju i adaptivno upravljaju velikim delom rizika koji se pojavljuju u vezi sa ovim procesima (Vujić et al, 2010, Milutinović et al.).



Slika 1: Primer algoritma upravljanja rizicima (Guidance...)

Kako bi se definisale procedure i standardi za upotrebu u rudarstvu, potrebno je dalje razvrstati eksterne i interne rizike. Na osnovu rezultata Projekta Ministarstva za obrazovanje, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije br. 33044, „Monitoring i adaptivno upravljanje rizicima u površinskoj eksploataciji“, autori predlažu opis tipova rizika, odnosno klasa rizika u cilju razvoja različitih algoritama procesa upravljanja rizicima, a prema svom poreklu:

- Bankarstvo / finansije
- Životna sredina
- Zdravlje I bezbednost,
- Zakonska regulativa

- Tehnološki i
- Inženjerski rizici.

Ova podela slična je drugim podelama koje postoje u literaturi (Cameron, Raman), i odgovara u potpunosti konceptu i cilju procesa upravljanja rizicima u rudarstvu, odnosno površinskoj eksploataciji. Za svaku od klasa rizika, kreira se odgovarajući algoritam procesa upravljanja rizicima. Algoritamska struktura može biti različita, na slici 1 prikazan je primer takvog algoritma.

3. RAZVOJ KOCKE UPRAVLJANJA RIZICIMA

Predstavljeni algoritam ili slični primeri kao opisi procesa definišu redosled aktivnosti koje je potrebno sprovesti u sklopu upravljanja rizicima. Razvoj različitih algoritama predstavlja potpuno različit zadatak, koji zavisi od drugih faktora. Ukoliko razvijene tipove algoritama prema definisanih šest klasa organizujemo u ravni tako da čine mrežu kocke, odnosno, u prostoru, kocku, dobijena kocka upravljanja rizicima (koja nije povezana sa kockom rizika koja se koristi u kvantifikaciji rizika, prema Cagnoa et al.), može se koristiti u sklopu procesa kvalitativnog kvantitativnog upravljanja rizicima za svaku od definisanih klasa rizika (slika 2) kao svojevrsan trodimenzionalni algoritam. Za svaki od definisanih hazarda, potrebno je izvršiti analizu odnosno definisanje pripadnosti rizika po klasama. Kada je hazard identifikovan, potrebno je ispitati ga u procesu analize za sve klase rizika za koje je utvrđena pripadnost.



Slika 2: Mreža kocke upravljanja rizicima

Neophodno je održati predložen raspored između klasa rizika, odnosno strana kocke, obzirom na veze između klasa koje postoje u realnim procesima. Susjedne klase se preklapaju, u većoj ili manjoj meri, bilo po identifikovanom hazardu, vrsti posledice ili akcijama za umanjeње rizika.

Vodeća osobina ili, s druge strane, razlog za razvoj kocke upravljanja rizicima je interakcija između algoritama. Predviđena je interakcija na praktično svakom nivou u okviru algoritma. Na primer, ukoliko je u okviru algoritma za inženjerstvo identifikovan hazard, kao što je nestabilnost kosine ili problemi u procesu odvodnjavanja, dalja razmatranja pomenutog hazarda bila bi nepotpuna bez razmatranja posledica po životnu sredinu, tehnoloških posledica ili čak i zdravstveno-bezbednosnih posledica. Kocka je dizajnirana tako da se unutrašnje putanje između algoritama mogu stvarati ili prekidati, ili razvijati kao višestruke veze između stranica kocke.

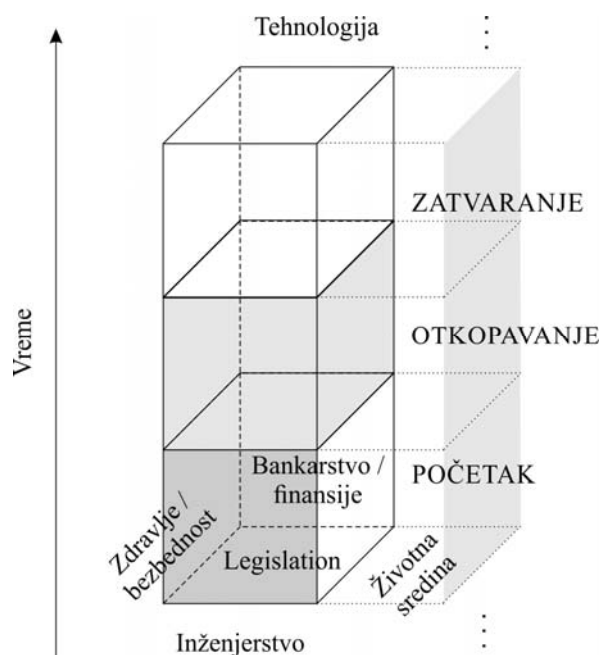
Kocka upravljanja rizicima može poslužiti kao osnovno sredstvo prilikom kvantifikacije rizika, obzirom da se pozicioni udeli odgovarajućih klasa rizika izražavaju numeričkim vrednostima i na taj način definisati ulazne vrednosti za proces kvantifikacije.

Odvojeno pitanje predstavlja vremenska dimenzija. Jasno je da vreme igra značajnu ulogu u procesu definisanja rizika tokom životnog ciklusa rudnika. Rezultati procesa kvalifikacije i kvantifikacije rizika su promenljivi u vremenu, i zavise od vremenskog okvira, tj. od stadijuma razvoja rudnika, odnosno:

- Istraživanje,
- Početak radova,

- Otkopavanje (rana faza, pun kapacitet, kasnije faze),
- Zatvaranje,
- Posle zatvaranja.

Za jedan rudnik sa površinskom eksploatacijom, ili sistem rudnika, mogu se identifikovati i drugačiji stadijumi. Očigledno, procena rizika u različitim fazama životnog ciklusa rudnika znači da će doći do identifikacije različitih hazarda, rizika, odnosno, posledično, do razvijanja različitih strategija za umanjivanje identifikovanih rizika. U cilju integracije procesa upravljanja rizicima za različite vremenske periode, potrebno je razviti kocku za svaki stadijum. U procesu integracije procena rizika iz različitog vremenskog perioda, omogućava stvaranje veza dvojake prirode između kocki (slika 3). Pored bočne veze, koja se razvija između strana kocke, odnosno vrsta rizika, ostvaruje se i vertikalna veza između kocki. Ova veza se ostvaruje između istih strana kocke, odnosno klasa rizika. Veza između kocki razvijenih za različit vremenski interval dopuštena je obzirom na vremensku dimenziju rizika koji se mogu pojaviti u nekom trenutku u vremenu i zadržati (ili donekle izmeniti) svoj status tokom čitavog životnog veka rudnika. Kvalitativna vertikalna veza ostaje aktivna iako su okolnosti različite, a samim tim i kvantifikacija odgovarajućih rizika.



Slika 3: Pozicioniranje kocki upravljanja rizicima za različite vremenske periode

Treba napomenuti da za potrebe kocke upravljanja rizicima, nije neophodno da za sve klase rizika budu razvijeni isti ili slični tipovi algoritama.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu predložen je razvoj kocke upravljanja rizicima u cilju postizanja sveobuhvatnog procesa upravljanja rizicima u površinskoj eksploataciji. Kocka se sastoji od šest strana koje sadrže algoritme procesa upravljanja rizicima u različitim oblastima rudarstva. Veze između algoritama mogu se ostvarivati na svim nivoima. Bočno povezivanje između klasa algoritama ili stranica kocke omogućuje simultani monitoring rizika u površinskoj eksploataciji, bez obzira na njihovo poreklo, vrstu ili posledice, dok vertikalno povezivanje omogućava prostiranje procesa upravljanja rizicima tokom celog životnog ciklusa rudnika.

Zahvalnost

Istraživanja koja su poslužila kao osnov za koncept izložen u ovom radu rezultat su projekta NP TR 33044 „Monitoring i adaptivno upravljanje rizicima u površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina“ koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, a koji realizuje tim stručnjaka Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Fakulteta organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu, Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i Inovacionog centra Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

LITERATURA

- [1] Cagno, E., Carona, F., Mancinia, M. (2007). A Multi-Dimensional Analysis of Major Risks in Complex Projects Risk Management, 9, 1–18. doi:10.1057/palgrave.rm.8250014.
- [2] Cameron, I., Raman, R. (2005). Process Systems Risk Management, Elsevier, 1st edition.
- [3] Guidance for carrying out risk assessment at surface mining operations, Doc. No 5995/2/98-EN, Safety and health commission for the mining and other extractive industries.
- [4] Heuberger, R. (2005). Risk analysis in the mining industry, The Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, February, 75-80.
- [5] Joy, J. (2004). Occupational safety risk management in Australian mining, Occ. Medicine, 54, 311-315.
- [6] Merna, T., & Al-Thani, F. (2008). Corporate Risk Management, 2nd edition, John Wiley & Sons.
- [7] Miljanović, I., Kirin, S., Petrovski, A., Josipović Pejović, M. (2012). Iskustva, trendovi i stanje istraživanja u oblasti upravljanja rizicima u rudarstvu, Zbornik radova XXXIX SYMOPIS, 25-28.09.2012., Tara, 523-526.
- [8] Milutinović, A., Vujošević M., Kuzmanović, M., & Panić, B. (2012). Kvalifikacija eksternih rizika u površinskoj eksploataciji, Zbornik radova XXXIX SYMOPIS, 25-28.09.2012., Tara, 527-530.
- [9] Tynan, S., & Kochanek, K. Environmental risk assessment methods for the water management in the vicinity of open pit mines, Book of Proceedings, 5th International Conference on Hydro -Science & -Engineering, Politechnika Warszawska, Warsaw.
- [10] Vujić, S., Kirin, S., Miljanović, I., & Josipović-Pejović, M. (2012). Upravljanje rizicima u rudarstvu – površinska eksploatacija uglja, Zbornik radova XXXIX SYMOPIS, Tara, 25-28.09.2012.
- [11] Vujić, S., Boševski, S., Miljanović, I., Petrovski, A., Josipović Pejović, M., Milutinović, A., & Čebašek, V. (2010). Optimizacija zaliha potrošnih materijala u rudarstvu: problemi i zamke, Zbornik radova XXXVII SYMOPIS, Tara, 21-24. septembar 2010., 639-642.



VREDNOSNI ASPEKT RAZLAGANJA PROIZVODNJE U INTEGRISANOM PRIVREDNOM DRUŠTVU „KOLUBARE“ I „TENT“

THE VALUE ASPECT OF THE PRODUCTION SEPARATION WITHIN THE INTEGRATED BUSINESS ASSOCIATION OF THE “KOLUBARA” AND “TENT”

SVETOMIR MAKSIMOVIĆ¹, IGOR MILJANOVIĆ², IVANA ŽIVOJINOVIĆ MILJANOVIĆ¹

¹ Elektroprivreda Srbije, Vojvode Stepe 412, Beograd, svetomir.maksimovic@eps.rs

² Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, imiljan@rgf.bg.ac.rs

Sažetak: Vrednosni aspekt razlaganja proizvodnje zasnovan je na međusektorskom modelskom pristupu, sa ciljem postizanja ekonomskih koristi, poboljšanja funkcionisanja proizvodnog sistema i povećanja njegove akumulativne sposobnosti. Ekonomsko organizaciona struktura industrije uglja može se tretirati na sličan način kao i nacionalna ekonomija. Svaki segment ima input resursa i usluga u obliku mineralne sirovine (uglja), energenata, radne snage, repro materijala i opreme, koje finalizuje i predaje (output) naprednom segmentu. Da bi segment bio koristan za privredno društvo mora povećati vrednost primljenom inputu. Suma svih dodatih vrednosti svih segmenata u privrednom društvu predstavlja bruto proizvod, važan parametar za opis ekonomije privrednih društava. U radu je obrađen samo vrednosni aspekt razlaganja proizvodnje u integrisanom privrednom društvu „Koubare“ i „TENTa“ za jednu godinu. Neki komparativni pristup i veća efikasnost bi bili mogući klada bi se sa tom praksom nastavilo i nadalje.

Ključne reči: Međusektorski model, industrija uglja, privredno društvo, proizvodnja.

Abstract: The value aspect of the production separation is based on the intersector model approach, aiming to achieve economic benefits, improving the production system functioning and increasing its accumulative capabilities. The economic-organizational structure of the coal industry can be treated in the similar fashion as the national economy. Each segment has input of resources and services in the form of mineral-raw material (coal), energetic resources, manpower, inventory and equipment, that is processing and giving (output) to the following segment. In order for a segment to be useful for the Business association, it has to add value to the input it receives. A sum of added values of all segments within the Business association represents a gross product, an important parameter for describing the economy of business associations. The paper deals only with the value aspect of production separation within the integrated Business association of “Kolubara” and “TENT” for a single year. A comparative approach and improved efficiency would be achievable if this could be a continuous process.

Keywords: Intersector model, coal industry, Business association, production.

1. UVOD

Mnoge zemlje koriste input-output metodologiju za analizu i vođenje nacionalne ekonomije. Nažalost, input-output (I-O) analiza nije dovoljno afirmisana u inženjerstvu i gotovo da nije primenjivana u rudarstvu. U današnjem vremenu tranzicionih promena, privredno-ekonomskih teškoća, globalnih restrukturiranja mineralno sirovinskog kompleksa i turbulencija, industrija uglja je posebno pod velikim uticajem ovih događanja. U takvim okolnostima I-O analiza može biti veoma efikasan matematičko-modelski alat u analizi i rešavanju strukturnih privredno-ekonomskih pitanja u proizvodnji i konverziji energije uglja u električnu energiju.

Istraživanje sprovedeno na Katedri za rudarstvo Univerziteta u Withwatersrand-u potvrđuje naš stav da I-O analiza može biti moćno sredstvo za podršku odlučivanju, posebno u velikim rudarskim sistemima. Kod nas ovim problemima bavi se Katedra za primenjeno računarstvo i sistemsko inženjerstvo Rudarsko geološkog fakulteta, čiji rezultati istraživanja generalno pokazuju da alternative nema metodama operacionih istraživanja u rešavanju brojnih privredno-ekonomskih i tehničko-tehnoloških problema u mineralno-sirovinskom kompleksu.

2. MODEL RAZLAGANJA PROIZVODNJE

Sektoru proizvođači obavljaju proizvodnju u okviru reprodukcionog sistema da bi obezbedili uslove sektorima prerađivačima za proizvodnju finalne proizvodnje. Otuda vrednost celokupne aktivnosti reprodukcionog sistema ima za sektore proizvođače svojstvo reprodukcione potrošnje dok sa stanovišta sektora prerađivača predstavlja materijalne troškove.

U vrednosnom smislu pored materijalnih troškova sadržane su i sve komponente društvenog proizvoda. U pogledu namenske upotrebe pored reprodukcione potrošnje sadržane su i sve komponente finalne proizvodnje. U organizacionom pogledu međusektorskom analizom zahvaćena su tri privredna društva u okviru jednog javnog preduzeća „Elektroprivreda Srbije“ te je zastupljena reprodukciona potrošnja samo domaćeg porekla.

U ovom radu, zbog nedostatka podataka, nije bilo moguće ispratiti dekompoziciju, razlaganje višefaznog reprodukcionog procesa na njegove komponente već su one date zbirno.

Vrednosni aspekt proizvodnje razlaže se na materijalne troškove i komponente društvenog proizvoda. Razlaganje može biti po jedinici i za celokupnu proizvodnju namenjenu finalnoj potrošnji.

Vrednosna struktura jedinice proizvodnje za finalnu potrošnju pokazuje učešće materijalnih troškova uvoznog porekla i komponenata društvenog proizvoda u stvaranju jedinice proizvoda namenjenog podmirenju potreba finalne potrošnje. U međusektorskoj analizi proizvodnih privrednih društava EPS-a razlaganje komponenata društvenog proizvoda može se odvijati i po sektorskom poreklu uz razlikovanje direktnog od indirektnog uticaja. Takav oblik vrednosnog izdvajanja potiče iz relacije

$$\vec{i} \cdot D \cdot [I - A]^{-1} = \vec{i} \quad (1)$$

u kojoj se nalazi i dijagonalna matrica D. Matrica H može se dalje iskazati relacijom

$$H = D \cdot [I - A]^{-1} \quad (2)$$

Gde je: H – matrica čiji element h_{ij} označava vrednost društvenog proizvoda, sadržanog u jedinici proizvodnje j-tog sektora za finalnu potrošnju, a ostvarenog u i-tom sektoru u toku višefaznog reprodukcionog procesa.

Uvođenjem dodatnih relacija nastaje matrica H_k ,

$$H_k = D_k \cdot [I - A]^{-1}, \quad k = 1, 2, \dots, 8 \quad (3)$$

koja sadrži ukupnu direktnu i indirektnu zavisnost finalne proizvodnje svakog privrednog sektora od neophodnosti za postojanjem k-te, ili svih komponenata društvenog proizvoda. Otuda direktna zavisnost obuhvaćena u okviru dijagonalnih matrica D i D_k , ($k=1, 2, \dots, n$), proističe iz odnosa da je indirektna zavisnost pripadala matricama H-D i H_k-D_k , ($k=1, 2, \dots, n$). Sve matrice sa direktnom i indirektnom zavisnošću, zasnovane na relacijama (2) i (3) mogu se tumačiti samo po kolonama, zato što su vezane za jedinicu proizvodnje svakog privrednog sektora, namenjene podmirenju potreba finalne potrošnje [1].

3. VREDNOSNI ASPEKT RAZLAGANJA PROIZVODNJE

Vrednosni aspekt razlaganja proizvodnje u integrisanom PD „Kolubare“ i „TENT-a“. Vrednosna struktura jedinice proizvodnje za finalnu potrošnju pokazuje učešće komponenata društvenog proizvoda u stvaranju jedinice proizvoda namenjenog za podmirenje potreba finalne potrošnje. Ukoliko bi postojali i materijalni troškovi uvoznog porekla oni bi takođe bili uključeni u stvaranju jedinice proizvodnje namenjene za podmirenje potreba finalne potrošnje. U radu nije razmatrana ta pozicija.

Utvrđivanje vrednosne strukture po jedinici finalne proizvodnje dato je u tabeli 1.

Da bi, na primer, RB Kolubara-TENT kao celina, (tabela 1) bilo u stanju da proizvede jedinicu proizvodnje iz segmenta PK-TIP, treba da obezbedi sredstva u vrednosti od 100 (din) za podmirenje potreba finalne potrošnje, morao bi da uloži 28,4 (din) na deo koji se odnosi na razliku između ukupnih materijalnih troškova i reprodukcione potrošnje i da obezbedi sredstva za podmirenje svih naknada koje spadaju u komponente društvenog proizvoda za 71,6 (din) i to za: amortizaciju 9,3 (din), neto zarade 15,9 (din) i višak proizvodnje za 46,4 (din).

U svakom od navedenih elemenata sadržan je direktan uticaj prvog proizvodnog segmenta i indirektni doprinos reprodukcionog sistema, nastao razlaganjem materijalnih troškova. Od proizvođača termoelektrične energije za potrebe materijalnih troškova najveća sredstva mora da obezbedi segment TEK 38 (din), a najmanja TENT-B 14,7 (din).

Tabela 1: Utvrđivanje vrednosne strukture po jedinici finalne proizvodnje

Komponente društ. proizvoda		Segment									
		PK TIP	PK TZP	PK Polje D	PK Polje B	K.Prerada	TENT-A	TENT-B	TEK	TEM	Ukupno
UMT-TP	DIR	0,27017	0,14166	0,03430	0,07439	0,13650	0,20684	0,03166	0,34373	0,09214	0,13366
	IND	0,01386	0,01587	0,02961	0,02946	0,01309	0,04655	0,11554	0,03617	0,03193	0,05402
	Σ	0,28403	0,15753	0,06391	0,10385	0,14959	0,25339	0,14720	0,37990	0,12407	0,18768
Amortizacija (AM)	DIR	0,08028	0,26913	0,12142	0,02064	0,10310	0,19454	0,12245	0,11957	0,17342	0,15512
	IND	0,01269	0,01532	0,01587	0,01628	0,00609	0,07911	0,13451	0,05734	0,06775	0,06747
	Σ	0,09297	0,28445	0,13729	0,03692	0,10919	0,27365	0,25696	0,17691	0,24117	0,22258
Neto zarada (NZ)	DIR	0,13765	0,05723	0,21808	0,31017	0,29688	0,02454	0,01336	0,05233	0,03902	0,07942
	IND	0,02146	0,02234	0,02459	0,02745	0,00531	0,10717	0,06439	0,09806	0,11267	0,06325
	Σ	0,15911	0,07957	0,24267	0,33762	0,30219	0,13171	0,07775	0,15039	0,15169	0,14267
Višak proiz. (VP)	DIR	0,42708	0,43742	0,51447	0,47767	0,42831	0,08312	0,23039	0,07288	0,22175	0,26663
	IND	0,03720	0,04119	0,03991	0,04365	0,01017	0,25831	0,28791	0,21966	0,26090	0,18026
	Σ	0,46428	0,47861	0,55438	0,52132	0,43848	0,34143	0,51830	0,29254	0,48265	0,44689
Društveni proizvod (DP)	DIR	0,64501	0,76378	0,85397	0,80848	0,82829	0,30220	0,36620	0,24478	0,43419	0,50117
	IND	0,07132	0,07886	0,08038	0,08738	0,02157	0,50844	0,48679	0,41506	0,44132	0,31098
	Σ	0,71633	0,84264	0,93435	0,89586	0,84986	0,81064	0,85299	0,65984	0,87551	0,81215
i		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Utvrđivanje vrednosti društvenog proizvoda dato je u tabeli 2.

Tabela 2: Društveni proizvod.

Segment		Segment								
		PK TIP	PK TZP	PK Polje D	PK Polje B	K.Prerada	TENT-A	TENT-B	TEK	TEM
PK TIP	DIR	0,64501	-	-	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00129	0,00194	0	0	0	0,07095	0,11804	0	0
	Σ	0,64630	0,00194	0	0	0	0,07095	0,11804	0	0
PK TZP	DIR	-	0,76378	-	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00382	0,00535	0	0	0	0,02826	0,30246	0	0
	Σ	0,00382	0,76913	0	0	0	0,02826	0,30246	0	0
PK Polje D	DIR	-	-	0,85397	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00512	0,00683	0,01964	0,01793	0,01110	0,36464	0,01708	0,37476	0,40222
	Σ	0,00512	0,00683	0,87361	0,01793	0,01110	0,36464	0,01708	0,37476	0,40222
PK Polje B	DIR	-	-	-	0,80848	-	-	-	-	-
	IND	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Σ	0	0	0	0,80848	0	0	0	0	0
Kolubara prerada	DIR	-	-	-	-	0,82829	-	-	-	-
	IND	0,05301	0,05301	0,04556	0,05550	0,00166	0,02154	0,03148	0,02733	0,02071
	Σ	0,05301	0,05301	0,04556	0,05550	0,82995	0,02154	0,03148	0,02733	0,02071
TENT-A	DIR	-	-	-	-	-	0,30220	-	-	-
	IND	0,00332	0,00514	0	0	0	0,01632	0,00272	0	0
	Σ	0,00332	0,00514	0	0	0	0,31852	0,00272	0	0
TENT-B	DIR	-	-	-	-	-	-	0,36620	-	-
	IND	0,00403	0,00586	0	0	0	0,00037	0,01428	0	0
	Σ	0,00403	0,00586	0	0	0	0,00037	0,38048	0	0
TEK	DIR	-	-	-	-	-	-	-	0,24478	-
	IND	0,00073	0,00073	0,01518	0,01395	0,00881	0,00636	0,00073	0,01297	0,00710
	Σ	0,00073	0,00073	0,01518	0,01395	0,00881	0,00636	0,00073	0,25775	0,00710
TEM	DIR	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43419
	IND	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01129
	Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44548
Ukupno	DIR	0,64501	0,76378	0,85397	0,80848	0,82829	0,30220	0,36620	0,24478	0,43419
	IND	0,07132	0,07886	0,08038	0,08738	0,02157	0,50844	0,48679	0,41506	0,44132
	Σ	0,71633	0,84264	0,93435	0,89586	0,84986	0,81064	0,85299	0,65984	0,87551

Kod segmenta proizvođača uglja najveće materijalne troškove mora pokriti u iznosu od 28,4 (din) PK-TIP, a najmanje sredstva treba da obezbedi PK Polje-D 6,4 (din), PK Polje-B i segment Kolubara prerada zbog tzv. politike dogovorne ekonomije ne pokazuju prave vrednosti materijalnih troškova i društvenog

proizvoda. Upravo ovim segmentima treba pokloniti posebnu pažnju obzirom da se planira ozbiljno povećanje proizvodnje uglja na PK Polje-B, a segmentu Kolubara prerada predstoji radikalno restrukturiranje.

Jedinica proizvodnje segmenta PK-TIP određena za podmirenje potreba finalne potrošnje u vrednosti od 100 (din) sadrži društveni proizvod u vrednosti od 71,6 (din) nastao direktnom proizvodnjom segmenta PK-TIP za 64,5 (din) i indirektnom aktivnošću reprodukcijonog sistema za 7,1 (din).

Društveni proizvod potiče iz reprodukcione aktivnosti segmenta, PK TIP za 0,1 (din), PK TZP za 0,4 (din), Polje- D za 0,5 (din), Kolubare prerada za 5,3 (din), TENT-A za 0,3 (din), TENT-B za 0,4 (din) i TEK za 0,07 (din).

U jedinici proizvoda segmenta PK-TIP za finalnu potrošnju nije sadržan samo direktno prikazan društveni proizvod datog proizvodnog segmenta nego je obuhvaćen i aktivni društveni proizvod nastao višefaznom aktivnošću reprodukcijonog sistema (tabela 2.).

Utvrđivanje vrednosti viška proizvoda dato je u tabeli 3.

Tabela 3: Višak proizvoda

Segment		Segment								
		PK TIP	PK TZP	PK Polje D	PK Polje B	K.prerada	TENT-A	TENT-B	TEK	TEM
PK TIP	DIR	0,42708	-	-	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00085	0,00128	0	0	0	0,00470	0,07816	0	0
	Σ	0,42793	0,00128	0	0	0	0,00470	0,07816	0	0
PK TZP	DIR	-	0,43742	-	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00219	0,00306	0	0	0	0,01618	0,17322	0	0
	Σ	0,00219	0,44048	0	0	0	0,01618	0,17322	0	0
PK Polje D	DIR	-	-	0,51447	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00309	0,00412	0,01183	0,01080	0,00669	0,21968	0,01029	0,20167	0,24231
	Σ	0,00309	0,00412	0,52630	0,01080	0,00669	0,21968	0,01029	0,20167	0,24231
PK Polje B	DIR	-	-	-	0,47767	-	-	-	-	-
	IND	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Σ	0	0	0	0,47767	0	0	0	0	0
Kolubara prerada	DIR	-	-	-	-	0,42831	-	-	-	-
	IND	0,02741	0,02741	0,02356	0,02870	0,00086	0,01114	0,01628	0,01413	0,01071
	Σ	0,02741	0,02741	0,02356	0,02870	0,42917	0,01114	0,01628	0,01413	0,01071
TENT-A	DIR	-	-	-	-	-	0,08312	-	-	-
	IND	0,00091	0,00141	0	0	0	0,00449	0,00075	0	0
	Σ	0,00091	0,00141	0	0	0	0,08761	0,00075	0	0
TENT-B	DIR	-	-	-	-	-	-	0,23039	-	-
	IND	0,00253	0,00369	0	0	0	0,00023	0,00899	0	0
	Σ	0,00253	0,00369	0	0	0	0,00023	0,23938	0	0
TEK	DIR	-	-	-	-	-	-	-	0,07288	-
	IND	0,00022	0,00022	0,00452	0,00415	0,00262	0,00189	0,00022	0,00386	0,00211
	Σ	0,00022	0,00022	0,00452	0,00415	0,00262	0,00189	0,00022	0,07674	0,00211
TEM	DIR	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22175
	IND	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00577
	Σ	0	0	0	0	0		0	0	0,22752
Ukupno	DIR	0,42708	0,43742	0,51447	0,47767	0,42831	0,08312	0,23039	0,07288	0,22175
	IND	0,03720	0,04119	0,03991	0,04365	0,01017	0,25831	0,28791	0,21966	0,26090
	Σ	0,46428	0,47861	0,55438	0,52132	0,43848	0,34143	0,51830	0,29254	0,48265

Jedinica proizvodnje namenjena podmirenju potreba finalne potrošnje u vrednosti od 100 (din) sadrži višak proizvodnje u vrednosti od 46,4 (din) nastale direktnom proizvodnjom segmenta PK-TIP za 42,7 (din). Iz reprodukcione aktivnosti segmenta PK-TIP izdvojeno je za višak proizvodnje 0,09 (din), iz PK-TZP 0,2 (din), PK Polje-D 0,3 (din), Kolubara prerada 2,7 (din), TENT-A 0,09 (din), TENT-B 0,25 (din) i TEK 0,02 (din) – (tabela 5.3.8).

Utvrđivanje vrednosti amortizacije dato je u tabeli 4. Jedinica proizvodnje namenjena podmirenju potreba finalne potrošnje u vrednosti od 100 (din) sadrži amortizaciju u vrednosti od 9,3 (din) nastale direktnom proizvodnjom proizvodnog segmenta PK-TIP za 8 (din).

Iz reprodukcione aktivnosti proizvodnog segmenta PK-TIP izdvojeno je za amortizaciju 0,016 (din), PK-TZP 0,14 (din), PK-Polje D 0,3 (din), Kolubara prerada 0,7 (din), TENT-A 0,2 (din), TENT-B 0,14 (din) i TEK 0,04 (din).

Najveće izdvajanje za amortizaciju je u proizvodnom segmentu PK-TZP 28,4 (din), a najmanje u segmentima za proizvodnju električne energije u TENT-A 27,4 (din) i TENT-B 25,7 (din) na vrednost finalne potrošnje od 100 (din), tabela 4.

Tabela 4: Amortizacija.

Segment	Segment									
	PK TIP	PK TZP	PKPolje D	PKPolje B	K.Prerada	TENT-A	TENT-B	TEK	TEM	
PK TIP	DIR	0,08028	-	-	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00016	0,00024	0	0	0	0,00088	0,01469	0	0
	Σ	0,08044	0,00024	0	0	0	0,00088	0,01469	0	0
PK TZP	DIR	-	0,26913	-	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00135	0,00188	0	0	0	0,00996	0,10658	0	0
	Σ	0,00135	0,27101	0	0	0	0,00996	0,10658	0	0
PK Polje D	DIR	-	-	0,12142	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00073	0,00097	0,00279	0,00255	0,00158	0,05185	0,00243	0,04760	0,05719
	Σ	0,00073	0,00097	0,12421	0,00255	0,00158	0,05185	0,00243	0,04760	0,05719
PK Polje B	DIR	-	-	-	0,02064	-	-	-	-	-
	IND	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Σ	0	0	0	0,02064	0	0	0	0	0
Prerada	DIR	-	-	-	-	0,10310	-	-	-	-
	IND	0,00660	0,00660	0,00567	0,00691	0,00021	0,00268	0,00392	0,00340	0,00258
	Σ	0,00660	0,00660	0,00567	0,00691	0,10331	0,00268	0,00392	0,00340	0,00258
TENT-A	DIR	-	-	-	-	-	0,19454	-	-	-
	IND	0,00214	0,00331	0	0	0	0,01051	0,00175	0	0
	Σ	0,00214	0,00331	0	0	0	0,20505	0,00175	0	0
TENT-B	DIR	-	-	-	-	-	-	0,12245	-	-
	IND	0,00135	0,00196	0	0	0	0,00012	0,00478	0	0
	Σ	0,00135	0,00196	0	0	0	0,00012	0,12723	0	0
TEK	DIR	-	-	-	-	-	-	-	0,11957	-
	IND	0,00036	0,00036	0,00741	0,00682	0,00430	0,00311	0,00036	0,00634	0,00347
	Σ	0,00036	0,00036	0,00741	0,00682	0,00430	0,00311	0,00036	0,12591	0,00347
TEM	DIR	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17342
	IND	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00451
	Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17793
Ukupno	DIR	0,08028	0,26913	0,12142	0,02064	0,10310	0,19454	0,12245	0,11957	0,17342
	IND	0,01269	0,01532	0,01587	0,01628	0,00609	0,07911	0,13451	0,05734	0,06775
	Σ	0,09297	0,28445	0,13729	0,03692	0,10919	0,27365	0,25696	0,17691	0,24117

Utvrđivanje vrednosti neto zarade dato je u tabeli 5.

Da bi se proizvela jedinica proizvodnje u segmentu PK-TIP u vrednosti od 100 (din) mora biti isplaćeno 13,8 (din) radnicima u vidu neto zarade. Za neposredan rad na PK-TIP treba isplatiti 13,8 (din) dok se za proizvodnju proizvoda koji su ranije korišćeni u okviru reprodukcionog sistema (da bi se obezbedili uslovi za proizvodnju jedinice proizvoda na PK-TIP za finalnu potrošnju, treba isplatiti neto zarada u iznosu 2,14 (din) i to: za rad u PK- TIP 0,03 (din), PK-TZP 0,03 (din), PK Polje-D 0,13 (din), Kolubara prerada 1,9 (din), TENT-A 0,027 (din), TENT-B 0,015 (din) i TEK 0,016 (din), tabela 5.3.10.

Upravljanje kompleksima eksploatacije uglja i proizvodnje električne energije, odnosno u mineralno-sirovinskom kompleksu u širem smislu, predstavlja stalno otvoreno područje za istraživanja, koja generišu pomake u razvoju novih pristupa za podršku odlučivanju. S obzirom na remanenciju industrije uglja i rudarstva uopšte, prihvatanja i primene novih alata za podršku odlučivanju, odvijace se neminovno, ali usporeno i postepeno. Primena međusektorskih modela, i ovaj mali segment primene naveden u radu, upućuju na ozbiljnije sagledavanje i izučavanje prohodnosti ovog modela.

Tabela 5: Neto zarada

Segment	Segment									
	PK TIP	PK TZP	PKPolje D	PKPolje B	K.prerada	TENT-A	TENT-B	TEK	TEM	
PK TIP	DIR	0,13765	-	-	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00028	0,00041	0	0	0	0,00151	0,02519	0	0
	Σ	0,13793	0,00041	0	0	0	0,00151	0,02519	0	0
PK TZP	DIR	-	0,05723	-	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00029	0,00040	0	0	0	0,00212	0,02266	0	0
	Σ	0,00029	0,05763	0	0	0	0,00212	0,02266	0	0
PK Polje D	DIR	-	-	0,21808	-	-	-	-	-	-
	IND	0,00131	0,00174	0,00502	0,00458	0,00284	0,09312	0,00436	0,08549	0,10272
	Σ	0,00131	0,00174	0,22310	0,00458	0,00284	0,09312	0,00436	0,08549	0,10272
PK Polje B	DIR	-	-	-	0,31017	-	-	-	-	-
	IND	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Σ	0	0	0	0,31017	0	0	0	0	0
Kolubara prerada	DIR	-	-	-	-	0,29688	-	-	-	-
	IND	0,01900	0,01900	0,01633	0,01989	0,00059	0,00772	0,01128	0,00980	0,00742
	Σ	0,01900	0,01900	0,01633	0,01989	0,29747	0,00772	0,01128	0,00980	0,00742
TENT-A	DIR	-	-	-	-	-	0,02454	-	-	-
	IND	0,00027	0,00042	0	0	0	0,00133	0,00022	0	0
	Σ	0,00027	0,00042	0	0	0	0,02587	0,00022	0	0
TENT-B	DIR	-	-	-	-	-	-	0,01336	-	-
	IND	0,00015	0,00021	0	0	0	0,00001	0,00052	0	0
	Σ	0,00015	0,00021	0	0	0	0,00001	0,01388	0	0
TEK	DIR	-	-	-	-	-	-	-	0,05233	-
	IND	0,00016	0,00016	0,00324	0,00298	0,00188	0,00136	0,00016	0,00277	0,00152
	Σ	0,00016	0,00016	0,00324	0,00298	0,00188	0,00136	0,00016	0,05510	0,00152
TEM	DIR	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03902
	IND	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00101
	Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04003
Ukupno	DIR	0,13765	0,05723	0,21808	0,31017	0,29688	0,02454	0,01336	0,05233	0,03902
	IND	0,02146	0,02234	0,02459	0,02745	0,00531	0,10717	0,06439	0,09806	0,11267
	Σ	0,15911	0,07957	0,24267	0,33762	0,30219	0,13171	0,07775	0,15039	0,15169

REFERENCES

- [1] Stanojević R. Međusektorski modeli, Ekonomski institut Beograd.
- [2] Vujić S., Miljanović I., Maksimović S. i ostali, (2010), Journal of Mining Science, Vol.46, No. 4. 2010., Optimal dynamic management of exploitation life of the mining machinery with undefined interval, Moskva.
- [3] Popović S., Nešić V., Petrović J., (1977), Primena input-output analize u složenoj organizaciji udruženog rada na primeru REIK „Kolubara”, SYM-OP-IS 77, Herceg Novi, 439-460.
- [4] Maksimović S. (2009), Primena međusektorske analize u privrednim društvima termoelektricitetskog sektora Elektroprivrede Srbije, Elektroprivreda br.1, Beograd, 85-92.
- [5] Maksimović S., Milanović Z., Miljanović I., Boševski S., Hudej M., Benović T., (2009), Application of Input-Output Analysis in Corporate Enterprises of EPIS Thermal Power Sector, 3rd Balkan Mining Congress, Izmir-Turkey.
- [6] Maksimović S., Milinović Z., i dr. (2009), Primena ulazno-izlazne analize u preduzećima termoelektricitetskog sektora EPS-a, SYM-OP-IS 2009, 587-590.
- [7] Maksimović S., Miljanović I., i dr.,(2010), Mesto input-output modela u metodologiji upravljanja privrednim društvom TE-KO „Kostolac”, III Međunarodni simpozijum, Energetsko rudarstvo ER 2010, Banja Junaković, Apatin.
- [8] Maksimović S., Miljanović I.,(2011), Application of structure models in planning the development of EPIS production sectors, IMCET 2011, Ankara-Turkey.
- [9] Maksimović S., Miljanović I., i dr.,(2010), Uticaj promena u tehnološkoj matrici na proizvodnju pojedinih sektora u privrednim društvima Kolubare i TENT-a, OMC 2010. IX Međunarodna naučna konferencija o površinskoj eksploataciji, Vrnjačka Banja.



SAVREMENE METODE I PRISTUPI UPRAVLJANJU RIZIKOM U RUDARSTVU

SNEŽANA KIRIN¹, ALEKSANDAR MILUTINOVIĆ²

¹ Univerzitet u Beogradu, Inovacioni centar Mašinskog Fakulteta, skirin@mas.bg.ac.rs

² Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, amilutinovic@rgf.bg.ac.rs

Abstract: *Opšti model upravljanja rizikom do sada nije napravljen. Razloga za to ima više, a jedan od njih je da se rizik javlja u svim oblastima ljudskog delovanja pri čemu se tehnologija i ambijent delovanja stalno menjaju. Stručna literature se ozbiljnije bavi problemom rizika poslednjih tridesetak godina i za to vreme je ostvaren značajan napredak u iznalaženju različitih metoda koje pomažu u upravljanju rizikom. U ovom radu su prikazane neke od tih metoda i njihova primena u rudarstvu.*

Keywords: *Rizik, analiza rizika, rudarstvo.*

Abstract: *The general model of risk management has not been made yet. The reasons are several, one of which is that the risk occurs in all areas of human activity where technology and ambient effects are constantly changing. Professional literature is seriously addressing the problem of risk last thirty years and in that time has made significant progress in finding different methods to help manage risk. This paper describes some of these methods and their application in mining.*

Keywords: *Risk, risk analysis, mining.*

1. UVOD

U istoriji rudarstva su zabeležene ozbiljne nesreće, kao što su obrušavanje zemlje, požari, eksplozije, srušeni tuneli rudnika što je kao posledicu imalo pogibiju rudara i štetu po zdravlje ljudi koji žive u blizini rudnika. Čak i na mestima gde su se rudnici davno zatvoreni, ljudi još dugo vremena mogu biti izloženi zdravstvenim pretnjama od rudarskog otpada i hemikalija koje ostaju u zemljištu i vodama. Cilj upravljanja rizikom je rad u okruženju u kom se rizik može kontrolisati.

2. ALARP PRISTUP

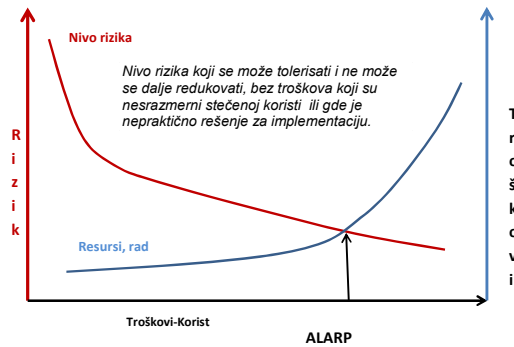
Za određivanje bezbednih zona u različitim granama privrede uvedeni su standardi koji se moraju poštovati da bi se smanjile katastrofalne posledice nekih rizičnih situacija. Pri tome se u praksi često koristi šematski prikaz nivoa rizika po „ALARP“ šemi, slika 1 („**As Low as Reasonably Practicable**“). ALARP je jedan od osnovnih principa upravljanja rizicima. Kada se govori o upravljanju rizicima onda niti treba niti se želi upravljati rizicima do tačke gde se on eliminiše, jer to jednostavno nije dobro korišćenje resursa. ALARP koncept je pristup smanjenja rizika do nivoa u kom je on zanemarljiv, ili je bar na nivou na kojem se njim može upravljati rutinskim procedurama.

Koncept ALARP tvrdi da se rizik iznad određenog nivoa smatra nedopustivim i ne može se opravdati u bilo kakvim uobičajenim okolnostima.

Ako je rizik manji od ovog neprihvatljivog nivoa, delatnost se sme održati pod uslovom da su povezani rizici svedeni da budu toliko mali koliko je razumno dopušteno (ALARP) pomoću odgovarajućih mera za smanjenje rizika. Koncept zahteva postavljanje merljivih ciljeva upravljanja rizikom na osnovu:

- klasifikacije rizika,
- analize troškovi-korist,
- strategijskih poslovnih ciljeva preduzeća,
- zakonskih ili drugih obaveza, ...

Većina rizika sa kojima se suočavamo već na ovom nivou ALARP i mi ih prihvatamo relativno nesvesno. Kod poslova u rudarstvu najveća pažnja koncentriše se na upravljanje stručno-tehničkim rizikom. To upravljanje danas podrazumeva korišćenje sofisticiranih tehničkih alata i tehnika.



Slika 1: ALARP

3. HAZARDI U RUDARSTVU

U tabeli 1 su navedeni hazardi koji se pojavljuju u rudarstvu kao i kvalitativno data učestalost njihovog pojavljivanja.

Tabela 1: Karakteristike i efekti hazarda¹ u rudarstvu

Hazard	Učestalost	U rudarstvu
Pojedinačni koncentrisani izvori opasnosti	Često	Eksplzivni, goriva i hemijski reagensi, skladištenje, prevoz eksplozivnih materijala širom rudnika.
Distribuirani izvori opasnosti	Uvek	Geološki, ekološki, mehanički.
Hemijska toksičnost	Često	Postrojenja za benefikaciju, reagens za mešanje, brane jalovine, hronične bolesti i zdravstveni efekti dokumentovani za rudarski sektor.
Vatra	Često	Mobilna i fiksna postrojenja, postrojenja za benefikaciju, električne instalacije, skladišta goriva i guma, ekstremna vatra, podzemni požar
Eksplozije	Ponekad	Rezultat požara, nesreća od eksplozija u procesu eksploatacije, pripreme eksplozivnih sredstava, skladišta goriva, izuzetan rizik ako je vatra podzemna.
Radioaktivnost	Retko	Samo u rudnicima urana i povezanim postrojenjima za benefikaciju.

4. PROCENA VEROVATNOĆE DEŠAVANJA NEŽELJENOG DOGAĐAJA

Najteži deo u procesu upravljanja rizikom predstavlja procena verovatnoće dešavanja neželjenog događaja. Razloga za to ima više, a neki od njih su neizvesnost vezana za definisanje problema, problemi koji se javljaju prilikom vrednovanja činjenica, nepredvidivost ponašanja učesnika u procesu i nejednoznačnost u vrednovanju samog procesa.

Merenje nesigurnosti u sebe uključuje i odsustvo informacija. Kao rezultat, donosilac odluke nije u mogućnosti da dodeli određene vrednosti promenljivim koje čine sistem (npr. ocena kvaliteta informacija, kvalitet provere budućeg događaja, buduća efikasnost primene nove metode).

Najčešće korišćene metode za procenu verovatnoće (frekvencije) su: analiza istorijskih podataka; analiza stabla kvara (FTA-fault tree analysis), analiza stabla događaja (ETA- event tree analysis), analiza Markova I LOPA (Layer of Protection Analysis).

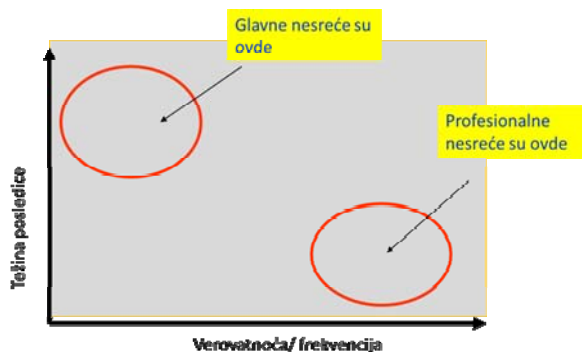
Analiza istorijskih podataka se primenjuje se u kada postoji evidencija (baza podataka) o neželjenim događajima u ranijem vremenskom periodu. Pri tome se razmatraju: uslovi kvara, vrsta oštećenja / neuspeha, svojstva relevantne opreme, svojstva relevantnih procesa, da li su podaci statistički značajni (dovoljno veliki) i na bazi tih podataka se predviđa verovatnoća dešavanja neželjenog događaja.

Analiza stabla neispravnosti (Fault trees Analysis-FTA) je jedna od osnovnih metoda analize sigurnosti sistema. To je deduktivna metoda u kojoj se specificira neželjeni događaj sistema, a zatim analizira uticaj ponašanja pojedinih komponenti sistema na njegovo pojavljivanje. Oslanja se na dijagram, koji simbolički opisuje logičke relacije između događaja. Ova metoda ne zahteva istorijske podatke za neželjeni događaj, već za osnovne kvarove / pogreške. Podaci o uzrocima kvarova se najčešće uzimaju iz

¹ Hazard je izvor potencijalne štete ili povrede ili situacije koja može izazvati štetu ili ranjavanje (AS/NZS 4360 Risk Management).

literature, a može se uzeti u obzir i ljudska greška. Metoda se primenjuje se i kod kvalitativne i kod kvantitativne procene rizika. Rezultat metode je očekivani nivo kvarova.

Veliki problem u analizi rizika predstavlja tretiranje malih verovatnoća. Obično se najteže nesreće dešavaju u području malih verovatnoća, slika 2, jer im se ne posvećuje dovoljno pažnje.



Slika 2: Grafički prikaz verovatnoće i težine posledice

U literature koja se bavi analizom rizika poslovnih sistema može se naći podaci verovatnoća rizika dati u tabeli 2

Tabela 2: Generalno rangiranje podataka o kvarovima

Uzrok	Stopa kvarova (po zahtevu)
Ljudi	10^{-2} po operaciji
Mehanički sistemi	10^{-3} po operaciji
Električni sistemi	10^{-4} po operaciji

Metoda analize stabla događaja ETA (Event Tree Analysis) je slična metodi analize stabla kvara. Ishodi su uspeh ili neuspeh (binarni zapis), a verovatnoća ili frekvencija potiču od pojedinačnih događaja.

LOPA (Layer of Protection Analysis) metoda je izvorno razvijena u kontekstu definiranja nivoa sigurnosti integriteta za električne, elektronske, programabilne i srodne sigurnosne sisteme. Korišćenje LOPA je u skladu sa zahtevima standarda, kao što je IEC 61508 (međunarodni standard za električne, elektronske, programabilne i srodne sigurnosne sisteme). Lopa se zasniva na proceni pojedinačnih scenarija **događaj-posledica**. Scenario se sastoji od inicijalnog događaja i posledice pri čemu **inicijalnim događajem** započinje lanac događaja koji dovode do neželjene posledice. Pokretanje događaja može biti spoljni događaj poput zemljotresa, poplave, olujnog vetra itd, kvar opreme poput pucanja ili curenja posude, gasovoda i slično. Glavni događaj u scenariju je neželjeni događaj. **Posledica** je neželjeni ishod neželjenog scenarija. Posledice su izražene preko materijalne štete, zagađenja životne sredine, povreda, smrtnih slučajeva, itd.

Probabilistička procena rizika (PRA-probabilistic risk analysis) je sistematska i sveobuhvatna metodologija za procenu rizika u vezi sa složenom tehnološkim sistemima. Rizik se definiše kao moguć štetan ishod aktivnosti ili radnje. U PRA, rizik karakterišu dve veličine: magnituda (jačina) mogućih negativnih posledica i verovatnoće (verovatnoća) pojave svake posledice. Posledice su numerički izražena (na primer, broj ljudi potencijalno povređenih ili poginulih) i njihove verovatnoće nastanka izražene su preko učestalosti (tj. Broja pojava ili verovatnoće pojavljivanja u jedinici vremena). Ukupni rizik je zbir proizvodi od posledica pomnožen njihovim verovatnoćama.

Probabilistička procena rizika obično odgovara na tri osnovna pitanja:

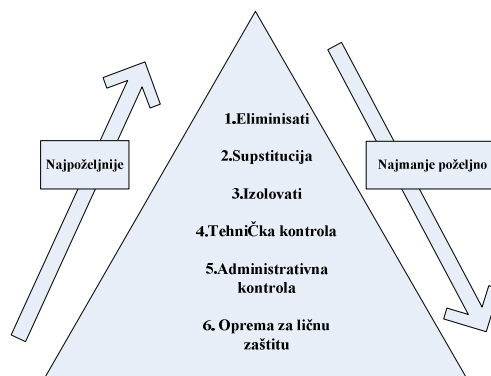
1. Šta može da krene naopako u tehnološki posmatranom entitetu, ili šta su inicijatori pokretanja (neželjeni događaji počinju nekim događajem) koji dovode do neželjenih posledica?
2. Kojim i kakvim negativnim posledicama tehnološki entitet može biti izložen kao rezultat pojave inicijatora?
3. Koliko je verovatno da će doći do ove nepoželjne posledice, koje su njihove verovatnoće ili frekvencije?

Zajednička paradigma probabilistička analize rizika (PRA) je da analizira sistem i da izrazi složenu opasnost kao logičku funkciju skupa elementarnih događaja o čijim verovatnoćama se može zaključiti, kako

bi se izvela verovatnoća pojave opasnosti složenijeg sistema. Verovatnoće za osnovne događaje obično dolaze iz istorijskih podataka, test podataka ili stručnog mišljenja. Ali, ako postoje posebni (novi) uzroci neuspeha kojih uopšte nije bilo do momenta posmatranja, onda se ne može pouzdano predvideti njihova frekvencija.

5. ODGOVOR NA RIZIK

Mere za smanjenje rizika obuhvataju mere koje se mogu preduzeti da se smanji potencijal izlaganja opasnosti, odnosno mera kontrole može da bude uklanjanje opasnosti, ili smanjenje verovatnoće rizika smanjenjem izloženosti, a samim tim mogućnosti da se realizuje neželjeni, potencijalno opasni događaj. Jednostavna mera kontrole bi bila bezbedno osiguranje pokretnih delova mašina tako da se eliminiše potencijal za kontakt sa radnicima. Kada se analiziraju mere kontrole to se često se posmatra hijerarhijski, slika 3.



Slika 3: Mogući odgovori na rizičnu situaciju

Tabela 3: Odgovor na hazardnu situaciju

Postupanje u hazardnoj situaciji	Efekat postupka
1. Eliminacija hazarda	Eliminacijom hazarda eliminiše se i rizik, ali eliminisanje opasnosti nije uvek ostvarivo.
2. Substitucija hazarda manjim rizikom	Zamenom hazarda neće se ukloniti sve opasnosti procesa/ aktivnosti i mogu se uvesti novi hazardi, ali ukupna šteta ili negativni efekti po zdravlje će se smanjiti.
3. Izolacija hazarda	Izolacija opasnosti se postiže zabranom pristupa određenim postrojenjima i opremi, a u slučaju opasnih supstanci njihovom strogom kontrolom. Na primer, stavljanjem toksičnih hemikalija u izolovana kućišta može se smanjiti opasnost po ljude, a postavljanje bučne opreme u kućišta ili izolovane prostorije može da smanji opasnost po ljude.
4. Primena tehničke kontrole	Tehnička kontrola podrazumeva redizajniranje procesa za postavljanje barijere između lica i opasnosti ili uklanjanje opasnosti po ljude, kao što su obezbeđenje mašine, izdvajanje sistema ili uklanjanje operatera na udaljenu lokaciju i daleko od opasnosti.
5. Primena administrativne kontrole	Administrativne kontrole obuhvataju usvajanje standardnih operativnih procedura ² ili sigurne radne prakse, pružanje odgovarajuće obuke, uputstva ili informacija sa ciljem da se smanji mogućnost povrede i / ili negativnih efekata na zdravlje osobe/osoba. Primeri administrativne kontrole su izolacija opasnih supstanci i dozvola za rad .
6. Oprema za ličnu zaštitu	Lična zaštitna oprema obuhvata rukavice, naočare, štitnike za uši, keclje, zaštitnu obuću, maske za zaštitu od prašine koje su dizajnirane da smanje izloženost opasnosti. Oprema za ličnu zaštitu se obično vidi kao zadnja linija odbrane i obično se koristi u kombinaciji sa jednim ili više drugih mera kontrole. Primer slabosti ove mere su maske za jednokratnu koje štite od prašine upotrebu i koje nisu efikasne, a nekad mogu dovesti do lažnog osećaj sigurnosti i povećanja rizika.

6. UPRAVLJANJE RIZIKOM – ODLUČIVANJE U RIZIČNOJ SITUACIJI

Donošenje odluka u kompanijama uključuje analizu alternativa i činjenica, upravljanje rizikom, kreiranje poslovnog modela, strateško planiranje, predviđanje, analizu investicija i optimizaciju.

Strategije za odlučivanje pri upravljanja rizikom su:

² Evropska Komisija je kod CEN-a pokrenula razvoj generičkih harmonizovanih standarda koji omogućavaju sistematičan pristup i daju smernice za identifikaciju opasnosti, ocenu rizika zbog tih opasnosti, ocenu prihvatljivosti odabranih bezbednosnih mera. Definisane su osnovne standarde za ocenu rizika u direktivama zasnovane na Novom pristupu EU.

- odbaciti ekstremno slabe ili nerealne mogućnosti.
- izbegavati katastrofe.
- prepoznati kompromis.
- maksimizirati očekivanu vrednost.

Teškoće sa kojima se sreće donosilac odluka u rizičnim situacijama se odnose na pogrešne procene, slab menadžment, korišćenje novih (nedovoljno poznatih) tehnologija, neiskusni izvođači, okruženje koje se jako brzo menja, neodgovarajući podizvođači, dešavanje događaja na koje ne možemo uticati.

U analizi rizičnih situacija i odlučivanja u njima, treba uzeti u obzir problem nedovoljno jasno definisanih principa vrednovanja rizične situacije od strane donosilaca odluka, sa kojima se lako može manipulirati. U sistemima bez čvrste i jasne regulative donosioci odluke na razne načine mogu imati monopol nad odlukama koje su rizične. Vrednovanje kvaliteta odlučivanja u uslovima rizika mora da uzme u obzir način na koji se tretiraju nestrukturirane i neuobičajene situacije.

Interakcija između ljudskih i tehnoloških sistema ima veliku ulogu pri analizi rizika. Ipak, integracija ljudskih faktora u standardima za upravljanje rizikom je još uvek u procesu analize. Kod analize uticaja ljudskog faktora na rizik, od posebnog je značaja uraditi "analizu zadataka" (za koji se sistem zadatak opisuje i koja mu je namena) i "analiza ljudske greške" (da se identifikuju nove opasnosti i proceni njihov rizik).

Neki od faktora bitnih za donošenje odluka izdvojeni su istraživanjem, [1]: individualno/grupno donošenje odluka, spremnost za preuzimanje rizika, iskustvo, kreativnost, strah/nespremnost za donošenje odluka, intuicija, organizaciona klima i socijalni momenat. Istraživanje je pokazalo da spremnost za rizik ne zavisi od starosne strukture i dužine radnog staža donosioca odluke, a zavisi od njegovog nivoa odlučivanja i školske spreme.

Tehnička analize rizika pomaže donosiocima odluka da procene očekivane fizičke štete. One pružaju najbolje informacije o stvarnoj šteti koja je logički ili empirijski povezana sa svakom mogućnošću i akcijom.

Za ocenu rizika neke situacije se koriste sledeći prilazi: najverovatniji slučaj, analiza osetljivosti, determinističke metode, kojima se, kao rezultat, dobija jedna vrednost i probablističke metode koje kao rezultat daju distribuciju vrednosti.

7. ZAKLJUČAK

Brze tehnološke promene i povećanje entropije na svim nivoima poslovanja čine upravljanje rizikom izuzetno kompleksnim. U cilju kontrole funkcionalnosti kompleksnih sistemima sprovodi se i upravljanje rizikom. Analiza rizika mora imati multidisciplinarni pristup i integrisati analize zadataka i analize ljudske greške. Takva analiza zahteva multidisciplinarni tim koji koristi različite tehnike. To često dovodi do poteškoća u razumevanju i mogućnosti greške.

Kako je rudarstvo, kao važna privredna grana povezano sa velikim rizicima, to se upravljanju rizicima u rudarstvu danas poklanja velika pažnja i taj proces se treba integrisati u sve procese rudarskog sistema.

REFERENCES

- [1] Kirin, S., Grubić-Nešić, L. Cosic, I.: 'Increasing a large petrochemical company efficiency by improvement of decision making process', *Chemical Industry* 64(5), 465-472, 2010.
- [2] Ortwin Renn, Three decades of risk research: accomplishments and new challenges, *Journal of Risk Research* 1 (1), 49-71 (1998)
- [3] Snežana Kirin, Milena Josipović Pejović, Aleksandar Petrovski: Integralni pristup upravljanju rizicima u rudarstvu; 39. Simpozijum o operacionim istraživanjima, SYM-OP-IS 2012, Tara, 2012.
- [4] Slobodan Vujić, Snežana Kirin, Igor Miljanović, Milena Josipović Pejović: Upravljanje rizicima u rudarstvu-površinska eksploatacija uglja, 39. Simpozijum o operacionim istraživanjima, SYM-OP-IS 2012.
- [5] Snežana Kirin, Tatjana Janovac, Prednost primene standarda ISO 9004 u sektoru visokog obrazovanja
- [6] S. Kirin, A. Sedmak, T. Sedmak, V. Damnjanović, "Modern mining industry management – synergy of quality and risk based approach", 5th Balkan Mining Congress BALKANMINE 2013, Ohrid, Macedonia 21-23.09.2013.
- [7] Eamonn Murtagh, ALARP Demonstration Guidance Document under the Petroleum Safety Framework, The Commission for Energy Regulation, The Exchange, Belgrad Square North, Tallaght, Dublin 24. 2012.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Saobraćaj, transport i komunikacije



PROCENA EMISIJE CO₂ IZ DRUMSKOG SAOBRAĆAJA U REPUBLICI SRBIJI

ASSESSMENT OF CO₂ EMISSIONS INVENTORIES FROM ROAD TRANSPORT IN THE REPUBLIC OF SERBIA

DALIBOR MARINKOVIĆ, ZORAN POPOVIĆ, MIROSLAV STANKOVIĆ, DALIBORKA NIKOLIĆ-PAUNIĆ.

Naučna ustanova, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Beograd, dalibor@ihtm.bg.ac.rs

Rezime: Modelovanje emisije ugljen-dioksida iz motornih vozila zasnovano je na potrošnji motornih goriva i normiranju emisije ugljen-dioksida dobijenih sagorevanjem jedinične zapremine motornog goriva, to jest emisijih faktora. Specifičnost srpskog saobraćajnog sektora i njegovo objektivno stanje, zajedno sa razvojnim projekcijama, uslovili su uvođenje dodatnog parametra koji koriguje te emisijne faktore. Model je koncipiran tako da daje rezultate emisije CO₂ za vremenski period između 2001. i 2025. godine. Rezultati modela pokazuju da će se u posmatranom periodu u Srbiji godišnja emisija CO₂ značajno povećati, sa 5,55 Mt na 10,04 Mt, ili za godišnju stopu rasta 2,6%. Sličan trend je zapažen i u svim okolnim zemljama.

Ključne reči: Emisija CO₂, matematičko modelovanje, drumski transport, Republika Srbija

Abstract: Modeling of carbon dioxide emissions from motor vehicles is based on the consumption of motor fuels and normalization of the emission of pollutant derived by combustion of unit volume of fuel, that is, the emission factors. Specifics of Serbian transportation sector and its objective status, together with the development projections, led to the introduction of additional parameter that corrects these emission factors. The model is designed to provide the results in CO₂ emission inventories for the period between 2001 and 2025. The model results show a significant annual increase of CO₂ emissions in Serbia in the total observed period, from 5.55 Mt to 10.04 Mt, or an annual growth rate of 2.6%. A similar trend was observed in all the neighboring countries.

Keywords: CO₂ emissions inventories, mathematic modeling, road transport, Republic of Serbia

1. UVOD

Zagađen vazduh i dalje ostaje jedan od glavnih faktora koji određuje kvalitet života u urbanim sredinama, na taj način što povećava rizik za zdravlje ljudi i životnu sredinu. U cilju razvijanja odgovarajućih planova za upravljanje kvalitetom vazduha, neophodno je pre svega obezbediti pouzdane informacije o stepenu zagađenosti životne sredine.

Emisija zagađujućih materija iz vozila u Evropi ima tendenciju smanjenja, međutim, uprkos takvom trendu, predviđanja su da će koncentracija najzastupljenijeg gasa iz grupe gasova staklene bašte (GSB), CO₂, i dalje ostati visoka u većini urbanih područja (EEA, 2011).

U literaturi se zapaža da autori najčešće obrađujući emisiju iz motornih vozila svoje modele baziraju na emisiji određene zagađujuće materije po jednom pređenom kilometru (Carbajo & Faiz, 1994; Zachariadis & Samaras, 1999; Hao & Shadong, 2007). Takav tradicionalni pristup modelovanju emisije izduvnih gasova podrazumeva definisanje i kombinovanje normalizovanih parametara zasnovanih na detaljnoj kategorizaciji vozila prema starosti, tehnologiji motora, veličini motora, prosečnoj i maksimalnoj brzini, učestalosti korišćenja i dužini pređenog puta, učestalosti upotrebe određene kategorije puta, itd. Poslednjih dvadesetak godina intenzivno se razvijaju softverski paketi koji omogućavaju procenu emisije na osnovu ove metodologije (EEA, Copenhagen, 2009).

Ovaj rad, za razliku od prethodno opisane metodologije, predstavlja pokušaj da se emisija iz motornih vozila dovede u vezu sa potrošnjom motornih goriva. Ovakva metodologija se intenzivno razvija u poslednje vreme (Pokharel et al., 2000; Shifter et al., 2005; Guo et al., 2007). Najvažniji razlog za implementaciju alternativne metodologije procene emisije CO₂ iz motornih vozila nalazi se u veoma ograničenoj dostupnosti podataka potrebnih za uspostavljanje tradicionalne metodologije u Srbiji.

2. METODOLOGIJA

Pri sagorevanju goriva u motornim vozilima dolazi do značajnog zagađenja životne sredine koje je uzrokovano emisijom različitih polutanata. Među značajnije zagađivače, posmatrano sa aspekta emitovane količine je CO₂. Imajući u vidu veliki uticaj CO₂ emitovanog iz motornih vozila na zagađenost životne sredine, u ovom radu je modelovana emisija CO₂ iz motornih vozila koja čine drumski saobraćaj u Republici Srbiji.

Ukupna godišnja emisija zagađujuće materije iz izduvnih gasova vozila u Srbiji u ovom radu računata je kao proizvod emisijonih faktora dobijenih analizom iz literature, i potrošnje motornih goriva date u prethodnom radu autora (Marinkovic et al., 2012). Model emisije, predstavljen jednačinom 1, prikazuje način izračunavanja godišnje emisije ugljen-dioksida iz drumskog transporta u Srbiji.

$$E(CO_2)_j = \sum_g \frac{K \cdot E_f(CO_2)_j}{\rho_g} \cdot C_{g,j} \quad (1)$$

gde su: $E(CO_2)_j$ – ukupna emisija CO₂ u godini „j“, (t); K – korekcija emisijonog faktora; $E_f(CO_2)_j$ – emisijoni faktor CO₂ u godini „j“, (g^l); ρ_g – gustina motornog goriva, (g^l); $C_{g,j}$ – potrošena količina motornog goriva „g“ u godini „j“, (t); g – benzinska goriva, dizel gorivo i TNG; $j = 2001-2025$.

Emisijoni faktori koji se nalaze u literaturi uobičajeno se izražavaju u gramima zagađujuće materije prema litru utrošenog motornog goriva, dok je potrošnja motornih goriva data u tonama.

Iznosi emisijonih faktora su dobijeni analizom literaturnih podataka za saobraćajne sektore drugih država, tako da se kao neophodno nametnulo uvođenje parametra K u jednačinu modela. Ta korekcija emisijonih faktora bi trebalo da uzima u obzir objektivno stanje u srpskom saobraćajnom sektoru, sa svim lokalnim specifičnostima i projekcijama razvoja, što bi za posledicu imalo mogućnost implementacije odabranih svetskih emisijonih faktora i njihovih trendova promene u slučaju Srbije.

Detaljnijom analizom podataka iz literature zaključeno je da se ne mogu usvojiti jedinstveni emisijoni faktori nezavisno od vrste korišćenog motornog goriva. Vozila na dizel pogon prosečno imaju najvišu emisiju CO₂, dok vozila na TNG pogon, generalno imaju najmanje emisije zagađujućih materija (Ning & Chan, 2007; Chan & Ning, 2005).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati modelovanja emisije CO₂ iz izduvnih gasova vozila predstavljeni u ovom radu važni su zbog toga jer se takva vrsta podataka u Srbiji još uvek sistematski ne meri i statistički se ne obrađuje.

Modelovanje u ovom radu se zasniva na principu emisije prema potrošnji motornog goriva. Informacije potrebne za uspostavljanje modela dobijene su izvođenjem analogija, izradom komparativnih analiza i statističkom analizom podataka iz drugih zemalja. Razlog za primenu „alternativne“ metodologije (Pokharel et al., 2000; Shifter et al., 2005) nalazi se u težnji da se dobije jednostavno primenljiv model sa onom količinom podataka koja je dostupna za emisiju iz izduvnih gasova vozila u Srbiji i komparativnim zemljama. Ovakva metodologija je za slučaj Srbije veoma podesna ako se uzme u obzir da je za dobijanje reprezentativnih rezultata korišćenjem softverskih paketa potrebno imati na raspolaganju ogroman broj sistematski prikupljenih statističkih podataka, koji za Srbiju ne postoje.

Validacija modela nije moguća na neki od uobičajenih načina provere ovakvih modela, već će rezultati biti upoređeni sa podacima koje pruža evropska statistička agencija za komparativne zemlje (Eurostat, 2011).

3.1. Emisijoni faktor ugljen-dioksida

3.1.1. Vozila na benzinski pogon

Američka agencija za zaštitu životne okoline daje informaciju da prosečna emisija CO₂ po litru utrošenog benzinskog goriva u celom SAD-u iznosi 2.348 g (U.S. EPA, 2012). Približna vrednost, 2.300 g/l, data je i od strane Australijskog Ministarstva životne okoline (Australian Government, 2012); dok je, na primer, u Kini u okviru studije radene u gradu Handžou dobijena prosečna vrednost $E_f(CO_2)$ od 2.184 g/l (Zhang et al., 2008). Inače, ova vrednost predstavlja predviđenu srednju vrednost za vremenski period 2004-2030. godine.

Vrednost $E_f(CO_2)$ za benzinska goriva u Srbiji je izračunata kao prosečna vrednost gore navedenih i iznosi 2.266 g/l.

Interesantno je da se za emisiju ove zagađujuće materije u literaturi ne predviđa trend smanjenja u budućnosti. U dokumentima koje je objavila američka EPA predstavljeno je da je emisija CO₂ direktno proporcionalna potrošnji motornih goriva (U.S. EPA, 2000), što bi značilo ukoliko se potrošnja motornih

goriva poveća/smanji za 1% za isti iznos će se povećati/smanjiti emisija CO₂. Sličan zaključak je izveden i u studiji sprovedenoj u Kini, gde se ide još dalje, pa se predviđa u budućnosti veoma umeren rast emisionog faktora po srednjoj godišnjoj stopi rasta od 0,22% (Zhang et al., 2008).

U slučaju Srbije usvojeno je da će se $E_f(\text{CO}_2)$ povećavati po srednjoj godišnjoj stopi rasta od 0,11%, što predstavlja srednju vrednost gore navedenih stopa povećanja. Ovakav zaključak je donešen jer se smatra da će se saobraćajni sektor u Srbiji u narednom periodu intenzivno razvijati, ali ne toliko intenzivno kao u Kini, i kao posledicu toga neće imati povećanje emisije CO₂ u iznosu koji se očekuje u Kini.

3.1.2. Vozila na dizel pogon

Uopšteno govoreći emisija ugljen-dioksida iz izduvnih gasova motornih vozila na dizel pogon je nešto veća nego iz vozila na benzinski pogon. Američka EPA je objavila da prosečna emisija CO₂ po litru utrošenog dizel goriva iznosi 2.690 g (U.S. EPA, 2012). Emisioni faktori dobijeni analizom teretnih vozila u SAD-u kreću se u intervalu od 2.421 g/l do 3.117 g/l. Australijsko Ministarstvo životne okoline daje na svom sajtu informaciju da prosečna emisija ugljen-dioksida iz dizel goriva iznosi 2.700 g/l (Australian Government, 2012), što je približno vrednostima dobijenim u SAD. Vrednosti predstavljene u radu koji se bavi predviđanjem emisionih faktora do 2030. godine u Handžou kreću se od 2.405 g/l do 2.518 g/l, u zavisnosti od klase analiziranih vozila, gde pri tome srednja vrednost $E_f(\text{CO}_2)$ za celokupni vozni park iznosi 2.472 g/l (Zhang et al., 2008).

Vrednost $E_f(\text{CO}_2)$ za dizel goriva u Srbiji je izračunata kao prosečna vrednost srednjih vrednosti dobijenih u SAD i Kini i iznosi 2.581 g/l.

Rast emisionog faktora za CO₂ kod dizel goriva će biti manji nego rast koji se predviđa za emisiju iz benzinskih goriva. Vrednost koju daje Zang u svom radu (Zhang et al., 2008) je usvojena i za Srbiju, u posmatranom periodu $E_f(\text{CO}_2)$ će imati srednju godišnju stopu rasta od 0,02%.

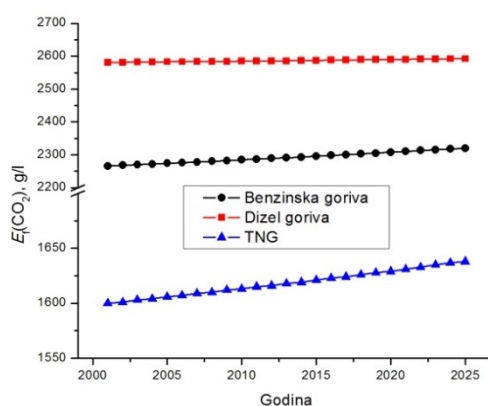
3.1.3. Vozila na TNG pogon

Kao i za prethodna goriva, vrednosti emisionog faktora za CO₂ iz TNG goriva koje daju američka EPA i australijsko ministarstvo životne okoline su približne. Australijanci su objavili vrednost od 1.600 g/l (Australian Government, 2012), dok EPA pruža informacije o pojedinačnom emisijom faktoru za butan u vrednosti od 1.716 g/l i propan u vrednosti od 1.500 g/l (U.S. EPA, 2010).

Usvojena vrednost u slučaju Srbije jednaka je ovim vrednostima i jednaka je 1.600 g/l.

Usled nepostojanja literaturnih podataka za trend kretanja ovog emisijom faktora iz TNG goriva, usvojeno je da će njegov trend biti isti kao kod benzinskih goriva, t.j. imaće srednju godišnju stopu rasta 0,11%.

Vrednosti $E_f(\text{CO}_2)$ u Srbiji za sva motorna goriva za vremenski period 2001-2025. godina, dobijeni na osnovu urađenih analiza prikazani su na slici 1.



Slika 1. Vrednosti emisijom faktora za CO₂ u Srbiji za sva motorna goriva (period 2001-2025. godina).

3.2. Korekcija emisijom faktora

Uvođenje korekcije za emisijom faktore bilo je neophodno zbog neizostavnih razlika saobraćajnog sektora u Srbiji u odnosu na saobraćajne sektore u SAD-u i Kini, odakle i najviše literaturnih podataka potiče. SAD ima potpuno razvijen saobraćajni sektor, u kojem su najbrojnija vozila na benzinski pogon, dizel gorivo se koristi gotovo isključivo samo kod teretnih vozila, a potrošnja TNG-a je zanemarljiva. Prosečna starost

voznog parka je značajno niža nego u Srbiji, što znači i da se prosečno koriste tehnološki napredniji motori, sa manjom emisijom CO₂. Saobraćajni sektor u Kini je u intenzivnom razvoju, sa predviđanjem da će se i u budućnosti nesmanjenim intenzitetom nastaviti. Procena je i da će se saobraćajni sektor Srbije razvijati, ali da intenzitet razvoja neće biti kao u Kini. Udeo korišćenja dizel goriva u Kini je veći nego u SAD, ali još uvek manji nego u Srbiji, dok je sastav voznog parka i veličina vozila sličnija voznom parku u Srbiji, nego u SAD.

Korekcija emisijonih faktora je vezana za prosečnu starost voznog parka i obrnuto je proporcionalna njenom smanjenju. Način izračunavanja parametra α prikazan je jednačinom 2.

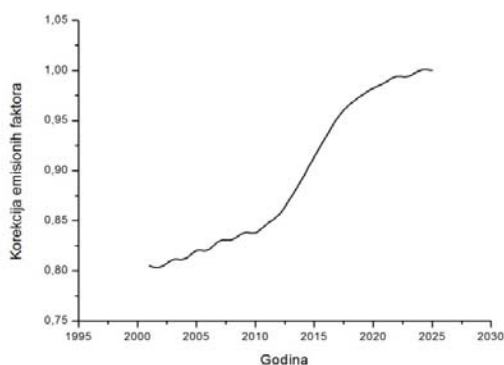
$$\alpha = 1 - (SVP_j - SVP_{2025}) \cdot \delta \quad (2)$$

gde su, SVP_j – prosečna starost voznog parka u godini „j”, SVP_{2025} – prosečna starost voznog parka u 2025. godini i δ – koeficijent starosti vozila.

Prosečna starost voznog parka u odgovarajućoj godini izračunata je na osnovu rezultata predstavljenih u našem ranijem radu (Marinkovic et al., 2012) i kreće se od 16,1 godina u 2001. godini pa do 7,9 godina u 2025. godini.

Koeficijent starosti vozila (δ) je bezdimenziona veličina i uzima u obzir uticaj promene prosečne starosti vozila za jednu godinu na parametar α . Za jednogodišnju promenu izračunato je da vrednost koeficijenta δ iznosi 0,0238.

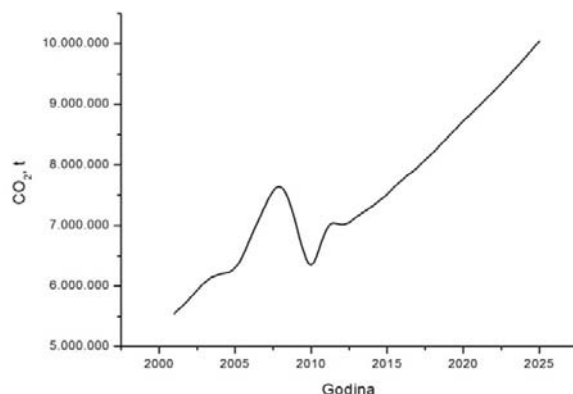
Izračunate vrednosti korekcija emisijonih faktora u Srbiji za vremenski period od 2001. do 2025. godine prikazane su grafički na slici 2.



Slika 2. Kretanje vrednosti parametra α u Srbiji (period 2001-2025. godina).

3.3. Emisija ugljen-dioksida

Rezultati modelovanja emisije CO₂ iz motornih vozila u Srbiji za period 2001-2025. godina prikazani su na slici 3.



Slika 3. Ukupna godišnja emisija CO₂ iz drumskog saobraćaja u Srbiji za period 2001-2025. godina.

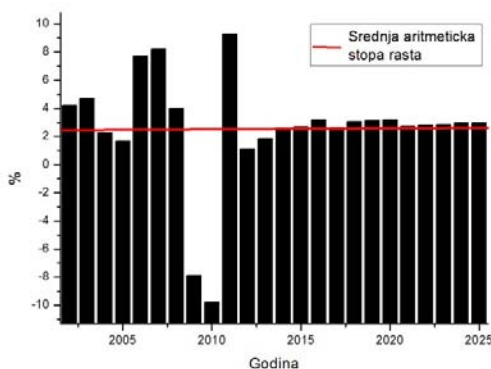
Trend emisije CO₂ iz izduvnih gasova motornih vozila u Srbiji za celokupni posmatrani period biće rastući, osim između 2009. i 2010. godine kada se desilo značajno smanjenje emisije. Ukupno za period

2001-2025. godina povećanje emisije CO₂ će iznositi, čak 80,9%, sa 5,55 Mt u 2001. godini na 10,04 Mt u 2025. godini. Srednja stopa rasta godišnje emisije CO₂ (slika 4), računata kao aritmetička sredina lančanih indeksa (Hadživuković, 1989), za celokupni posmatrani vremenski period će iznositi 2,6%.

Kao što je već rečeno, jedino se između 2009. i 2010. godine dogodilo smanjenje emisije CO₂, i to za iznos od 1,287 Mt. Izraženo procentualno smanjenje emisije je iznosilo 7,9% i 9,8% u 2009. i 2010. godini, redom. Ovo respektabilno smanjenje emisije ne čudi, ako se sagledava u pravcu kulminiranja svetske ekonomske krize, koja je kao posledicu imala značajno smanjeni obim saobraćaja i potrošnje motornih goriva. Pored toga, takva pojava je u skladu sa kretanjima emisije CO₂ i u ostalim okolnim državama.

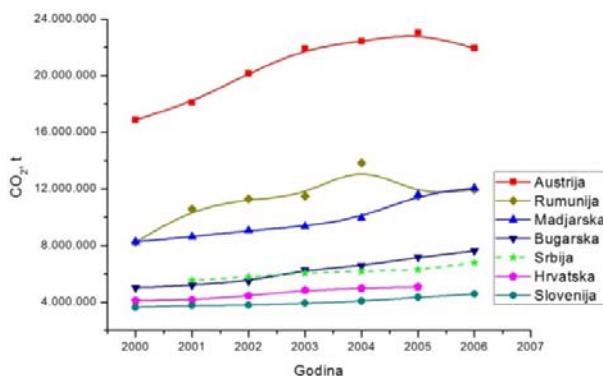
Na slici 3 uočavaju se još dva razdoblja u kojima se događa stagnacija emisije CO₂, 2005. godina i period 2012-2013. godina. U tim godinama rast godišnje emisije CO₂ ima manji iznos nego srednja stopa rasta i iznosi 1,7% i 1,45%, tokom 2005. godine i za period između 2012-2013. godine, redom.

Periode između 2001-2005. godine i nakon 2013. godine prati konstantan i relativno stabilan rast emisije CO₂. Srednja godišnja stopa rasta će u ovim periodima iznositi 3,6% i 2,9%, između 2001-2005. godine i nakon 2013. godine, redom. Na slici 4 je prikazana godišnja procentualna promena CO₂ koja se emituje u drumskom saobraćaju u Srbiji.



Slika 4. Prikaz procentualnih godišnjih promena emisije CO₂ u drumskom saobraćaju u Srbiji.

Analizom godišnje emisije ugljen-dioksida iz motornih vozila u nekim okolnim zemljama, prikazanim na slici 5 (Eurostat, 2011), zaključuje se da je u okolnim zemljama bio prisutan rastući trend godišnje emisije. Vrednosti emisije CO₂ u Srbiji se nalaze između vrednosti emisija u Hrvatskoj i Bugarskoj. U periodu 2001-2006. godina u Srbiji povećanje emisije CO₂ je iznosilo 22,2%, dok su približne vrednosti povećanja ostvarene i u Hrvatskoj, Sloveniji i Austriji, 23,8%, 25,5% i 30%, redom. Stopa godišnjeg rasta emisije CO₂ u Srbiji, Hrvatskoj, Sloveniji i Austriji, iznosila je 4,1%, 4,4%, 3,9% i 4,6%, redom, što su veoma bliske vrednosti.



Slika 5. Uporedni prikaz godišnje emisije CO₂ u okolnim zemljama i Srbiji za period 2000-2006. godina.

4. ZAKLJUČAK

Usled velikog nedostatka statističkih podataka iz saobraćajnog sektora i sektora zaštite životne sredine, koji se odnose na emisiju iz motornih vozila, model u ovom radu je zasnovan na pronalaženju emisionih faktora koji su normirani potrošnjom motornih goriva.

Rezultati modelovanja pokazuju da će u periodu od 2001. do 2025. godine godišnja emisija CO₂ u drumskom saobraćaju u Republici Srbiji biti u gotovo konstantnom porastu. Ukupno povećanje emisije u celom vremenskom periodu će biti čak 80,9%, sa 5,55 Mt u 2001. godini na 10,04 Mt u 2025. godini.

Analizirajući ostvarenu emisiju CO₂ u okolnim državama u periodu 2000-2006. godina može se zaključiti da rezultati modela za Srbiju pokazuju uglavnom iste trendove. Iznosi modelovanih emisija svih zagađujućih materija u drumskom saobraćaju u Srbiji nalaze se između ostvarenja emisija u Hrvatskoj i Bugarskoj, što i odgovara veličini drumskog transportnog sektora u navedenim državama.

Zahvalnost

Rad predstavlja deo rezultata rada na projektu Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije koji se vodi pod brojem 45001.

LITERATURA

- [1] Australian Government. (2012). *Reducing greenhouse gas emissions*. Retrieved from Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities: <http://www.environment.gov.au/settlements/transport/fuelguide/environment.html>
- [2] Carbajo, J., & Faiz, A. (1994). Motor vehicle emission control: some policy option for developing countries. *The Science of the Total Environment*, 146/147, 11-18.
- [3] Chan, T., & Ning, Z. (2005). On-road remote sensing of diesel vehicle emissions measurement and emission factors estimation in Hong Kong. *Atmospheric Environment*, 39, 6843-6856.
- [4] EEA. (2011). *Greenhouse gas emission in Europe: a retrospective trend analysis for the period 1990-2008*. Copenhagen.
- [5] EEA, Copenhagen. (2009). *COPERT IV software tool*. Retrieved from <http://www.emisia.com/copert/#>
- [6] Eurostat. (2011). *Greenhouse Gas Emissions*. Retrieved from http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_gge&lang=en
- [7] Guo, H., Zhang, Q., Shi, Y., & Wang, D. (2007). On-road remote sensing measurement and fuel-based motor vehicle emission inventory in Hangzhou. *Atmospheric Environment*, 41, 3095-3107.
- [8] Hadživuković, S. (1989). STATISTIKA, treće, izmenjeno i dopunjeno izdanje. Beograd: Privredni pregled.
- [9] Hao, C., & Shadong, X. (2007). Estimation of vehicular emission inventories in China from 1980 to 2005. *Atmospheric Environment*, 41, 8963-8979.
- [10] Marinkovic, D., Orlovic, A., Popovic, Z., & Ristic, M. (2012). Modeling of motor fuel consumption in Serbia with projection to 2025. *Hemijaska industrija*, 66, 413-423.
- [11] Ning, Z., & Chan, T. (2007). On-road remote sensing of liquefied petroleum gas (LPG) vehicle emissions measurement and emission factors estimation. *Atmospheric Environment*, 41, 9099-9110.
- [12] Pokharel, S., Bishop, G., & Stedman, D. (2000). *Fuel-based On-road Motor Vehicle Emissions Inventory for the Denver Metropolitan Area*. Denver: University of Denver, Department of Chemical and Biochemistry.
- [13] Shifter, I., Diaz, L., Mugica, V., & Lopez-Salinas, E. (2005). Fuel-based motor vehicle emission inventory for the metropolitan area of Mexico city. *Atmospheric Environment*, 39, 931-940.
- [14] U.S. EPA. (2000). *Emission Facts: Average Annual Emissions and Fuel Consumption for Passenger Cars and Light Trucks*. Retrieved from <http://www.epa.gov/oms/consumer/f00013.htm>
- [15] U.S. EPA. (2010). *Compilation of air pollutant emission factors, Volume I: Stationary point and area sources, Fifth edition*. Chicago.
- [16] U.S. EPA. (2012). *Light-Duty Automotive Technology, Carbon Dioxide Emissions, and Fuel Economy Trends: 1975 Through 2011*. Chicago: Office of Transportation and Air Quality.
- [17] Zachariadis, T., & Samaras, Z. (1999). An Integrated Modeling System for the Estimation of Motor Vehicle Emissions. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 49:9, 1010-1026.
- [18] Zhang, Q., Xu, J., Wang, G., Tiana, W., & Jiang, H. (2008). Vehicle emission inventories projection based on dynamic emission factors: A case study of Hangzhou, China. *Atmospheric Environment*, 42, 4989-5002.



PRORAČUN SNAGE MOTORNIH POTISKIVAČA PRIMENOM SKUPA NEURONSKIH MREŽA

INVESTIGATION OF ENSEMBLE NEURAL NETWORK TECHNIQUE FOR THE PREDICTION OF TOWBOAT SHAFT POWER

ALEKSANDAR RADONJIĆ, KATARINA VUKADINOVIĆ, VLADETA ČOLIĆ

Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, a.radonjic@sf.bg.ac.rs, k.vukadinovic@sf.bg.ac.rs, v.colic@sf.bg.ac.rs

Rezime: U ovom radu je predložen Skup neuronskih mreža i jedna Veštačka neuronska mreža sa jednim nevidljivim slojem za proračun snage propelerskih vratila dunavskih motornih potiskivača. Ove dve arhitekture neuronskih mreža su upoređene, a kao mere učinka koristile su se standardno odstupanje i aritmetička sredina. Baza podataka za obučavanje i testiranje je sakupljena sa eksperimentalnih ispitivanja propulzionih osobnosti dunavskih motornih potiskivača. Cilj rada je da se pokaže da Skup neuronskih mreža može da se primeni na proračun snage propelerskih vratila i da može da poboljša preciznost proračunatih podataka u odnosu na korišćenje jedne Veštačke neuronske mreže sa jednim nevidljivim slojem.

Ključne reči: Eksperimentalna ispitivanja, Veštačke neuronske mreže, Skup neuronskih mreža.

Abstract: In this paper, an ensemble neural network (ENN) and the single Artificial neural network (ANN) are proposed to predict towboat shaft power. Two architectures are compared and the root mean squared error (RMSE) of the testing dataset is used as the performance measure. The database used for training and testing the ANN and ENN has been collected from the full-scale speed-power trials. The goal of the paper is to show that ENN can be applied on towboat shaft power prediction and can improve the accuracy of the results over the single ANN.

Keywords: Full-scale speed-power trials, Artificial Neural Networks, Ensemble Neural Network.

1. UVOD

Ispitivanja su osnovni izvor podataka o ponašanju brodova na plovnom putu. Ispitivanja izgrađenih brodova na plovnom putu daju najpouzdanije numeričke podatke o plovidbenim osobinama brodova od svih metoda koje se trenutno primenjuju. Međutim, ona se mogu uraditi samo sa već postojećim brodovima, što isključuje bilo kakvo sastavno menjanje pojedinih karakteristika broda. Ova ispitivanja zahtevaju veliku složenost organizacije i izvođenja kao i velike troškove.

Postoje različita ispitivanja plovidbenih osobina izgrađenih brodova. Uobičajena ispitivanja su ispitivanja manevarskih osobina brodova i ispitivanja propulzionih osobnosti brodova. Ova podela se odnosi na plovidbene osobine brodova koje moraju da budu zadovoljene time što su i u ugovoru o izgradnji naznačene. Međutim, sama ispitivanja se razlikuju od vrste plovnog sredstva i mogu manje ili više da se razlikuju u zavisnosti od tipa plovila. Ispitivanja su definisana raznim konvencijama i rezolucijama [6]. Složenost i dužinu ispitivanja diktira svrha ispitivanja koja se čita iz ugovora o eksperimentalnim ispitivanjima i koja može biti i naučna.

U ovom radu su korišćenja ispitivanja propulzionih i potisnih osobnosti dunavskih motornih potiskivača. Motorni potiskivači su bili duže vreme u eksploataciji. Svrha navedenih eksperimentalnih ispitivanja bila je da se definiše odnos brzine plovidbe i snage glavnog pogonskog stroja brodova koji su već duže vreme bili u eksploataciji. Podaci o brodovima potiskivačima i sastavima potisnica dobijeni su tokom pomenutih ispitivanja. Predmet analize u radu biće sledeći tehničko-eksploatacioni pokazatelji prevoza tereta koji su dobijeni ili proračunati tokom merenja: izmerena snaga na propelerskim vratilima broda, eksploataciona nosivost sastava teretnjaka i brzina plovidbe sklopa u odnosu na vodu. Zbog zakonitosti koja se javlja između glavnih dimenzija sastava nesamohodnih teretnjaka i otpora kretanju (a samim tim i snage potiskivača) razmatraće se i odnosi glavnih dimenzija sastava.

Ispitivanja propulzionih osobnosti dunavskih motornih potiskivača su vršena zbog činjenice da se tokom godina eksploatacije menja odnos brzine plovidbe i snage glavnog pogonskog stroja. Na ove promene najviše utiču kavitacija propelera i hrapavost oplate broskog trupa, dok su za te iste promene odnosa najviše zainteresovani posada broda i kapetan broda. Kako se ove promene na potiskivačima dešavaju svakodnevno, znači da bi one svakodnevno trebale da budu ispitane. Međutim, složenost organizacije i cena obavljanja eksperimentalnih ispitivanja utiču na to da se ona obavljaju tokom određenih perioda vremena, a rezultati ispitivanja primenjuju od jednog do drugog merenja.

Prilikom ispitivanja propulzionih osobnosti dunavskih potiskivača na plovnom putu su vladali jedni hidrološko-navigacioni uslovi. Ovi spoljni uslovi se menjaju svakodnevno i nemoguće je očekivati da budu isti u dva različita perioda vremena. Ipak, otklanjanjem i zanemarivanjem pojedinih grešaka moguće je približno odrediti veličine tehničko-eksploatacionih pokazatelja prevoza koji se kasnije mogu koristiti. Takođe, karakteristike nesamohodnih plovila u sastavu koji se ispituje mogu se razlikovati od onih koja će se koristiti po izvršenim ispitivanjima. Ove razlike je nemoguće nadomestiti i pravilo je da se rezultati ispitivanja primenjuju samo na plovilima koja su učestvovala u ispitivanjima. Ukoliko se u eksploataciji pojave plovila koja se neznatno razlikuju od ispitivanih, potrebno je otkloniti sve eventualne greške odgovarajućim koeficijentima koji se dobijaju matematičkim metodama.

Tokom prethodnih godina za određivanje funkcionalne veze između brzine plovidbe i otpora broda (te i snage glavnog pogonskog stroja) od matematičkih metoda koristila se regresiona analiza. U poslednje vreme sve je više autora koji zadatu problematiku rešavaju primenom Veštačkih neuronskih mreža (VNM). Postoji dosta razloga za ovu promenu, ali su najznačajniji što VNM daju tačnije rezultate, jednostavne su za podešavanje ulaznih i izlaznih podataka i dozvoljavaju da se novi podaci lako uvedu u obučavanje.

Metod, predstavljen u ovom radu, primenjuje VNM kod analize snage glavnog pogonskog stroja dobijene eksperimentalnim ispitivanjem dunavskih brodova potiskivača i njihovih sastava. Veštačkim neuronskim mrežama modelirane su složene i nelinearne veze između ulaznih promenljivih (brzine kretanja sastava, eksploatacione nosivosti sastava i odnosa glavnih dimenzija sastava) i jedne izlazne promenljive (snage na propelerskim vratilima broda potiskivača). Modeliranje veza između ulaznih i izlaznih podataka izvršeno je obučavanjem i testiranjem podataka putem tehnike VNM koja obuhvata spajanje više neuronskih mreža, nazvana Skup neuronskih mreža (eng. Ensemble Neural Networks – ENN). Razlog primene pomenute tehnike leži u činjenici da su dobijeni izlazni podaci sa eksperimentalnih ispitivanja dosta različiti, čak i za iste vrednosti pojedinih ulaznih podataka. Po obučavanju i testiranju sprovedena je analiza izlaznih rezultata. Pre obučavanja i testiranja podataka usvojena je arhitektura neuronske na osnovu Akaike informacionog kriterijuma [2] i „golden section point“ algoritma [13]. Ovoj konfiguraciji su dodate još tri neuronske mreže koje su bile rangirane kao druga, treća i četvrta prema Akaike informacionom kriterijumu, čime je napravljen Skup neuronskih mreža. Kao mere učinka koristile su se statističke veličine: standardno odstupanje (eg. root mean squared error – RMSE) i aritmetička sredina (eng. mean average error – MAE).

Cilj rada je da se pokaže da Skup neuronskih mreža može da se primeni na podatke sa eksperimentalnih ispitivanja propulzionih osobnosti potiskivača. Takođe, rezultati dobijeni primenom ovom metodom će biti upoređeni sa rezultatima dobijenim primenom jedne veštačke neuronske mreže koja je prvorangirana na osnovu Akaike informacionog kriterijuma [2] i „golden section point“ algoritma [13]. Rezultati obučavanja i mere učinka su pokazali da Skup neuronskih mreža daje bolje rezultate od jedne veštačke neuronske mreže. Takođe je pokazano da novi podaci mogu lako da se sprovedu u obučavanje čime će posade brodova i kapetani imati neophodne informacije o propulzionim osobnostima potiskivača.

2. LITERATURA

Tokom protekle dve decenije vršila su se različita istraživanja u oblasti primene VNM kod iznalaženja veza između različitih podataka vezanih za brodove. Tako su VNM našle veliku primenu u brodogradnji, eksploataciji broda i transportu robe brodovima.

Kada je reč o otporima broda i snazi glavnog pogonskog stroja, izdvaja se više radova. Prvi rad je delo autora Bertram i Mesbahi (2006) koji se bave otporom i snagom propelerskih vratila trimaranskih brodova u zavisnosti od deplasmana broda, dužine preko svega i brzine kretanja broda [3]. Pedersen i Larsen (2009) su modelirali rad propulzionog sistema broda TORM MARIE dobivši grešku snage propelerskog vratila između 0,8 i 2,8 % [10]. Abdel Naby i dr. (2008) su istraživali različite tehnike Veštačkih neuronskih mreža za predviđanje koeficijentata otpora rečnih potisnica na primerima ispitivanih modela u istraživačkom bazenu u Duizburgu [1].

Couser i dr. [4] su istraživali preciznost višeslojne VNM sa prostiranjem signala unapred kod proračuna otpora broda. Cilj njihovog rada bio je da naprave model kojim mogu da proračunaju ostali otpor broda. Ulazne promenljive su im Frudov broj, odnos dužine i širine broda, odnos širine i gaženja broda i odnos

kubnog korena istisnine i dužine broda. Autori su pokazali da kombinacija Genetskih algoritama i VNM može da se iskoristi za pretpostavljanje ostalog otpora pre same izgradnje broda.

Vukadinović i dr. [14] su predložili tehniku VNM kao sistem za podršku odlučivanja dispečerima pri rešavanju zadatka dnevnog formiranja potiskivanih sastava u rečnom pristaništu. Pokazano je da je ovakav model u obliku VNM i fazi sistema moguće iskoristiti kao sistem za podršku odlučivanju saobraćajnom dispečeru.

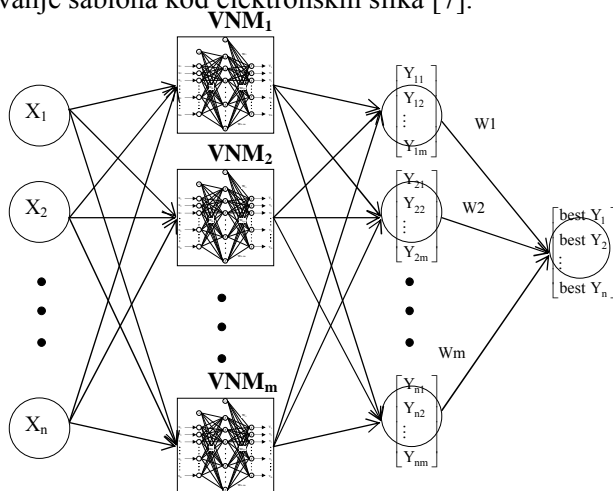
Petersen i Jakobsen [12] su predstavili dva statistička model potrošnje goriva. Oni su istražili i uporedili tehniku VNM sa sigmoidnom aktivacionom funkcijom i Gausovom aktivacionom funkcijom. VNM sa sigmoidnom aktivacionom funkcijom su pokazale konstantnu grešku dok su VNM sa Gausovom aktivacionom funkcijom dale veću grešku pri manjim brzinama plovidbe.

Doprinos rada predstavlja potpuno nova procedura za proračun snage dunavskih motornih potiskivača. Akaike informacijski kriterijum [2] i „golden section point“ algoritam [13] su korišćeni da se napravi skup VNM sastavljenih u ENN. Rezultati provrangirane VNM dobijene na osnovu „golden section point“ algoritmu su upoređeni sa rezultatima dobijenim prema ENN.

3. SKUP NEURONSKIH MREŽA

Više veštačkih neuronskih mreža sastavljenih u skup potiče od originalnog rada Hansena i Solomona [8]. Skup se formira tako što se pojedinačne neuronske mreže spajaju u celinu koju na kraju čini više VNM (videti sliku 1). Hansen i Solomon su dokazali da mera učinka VNM može značajno da se poboljša kroz stvaranje skupa VNM (videti sliku 1). U ovom skupu VNM ulazni podatak prolazi kroz sve mreže pripadnice skupa, a izlazni podatak se dobija tako što se odabira onaj sa najmanjim odstupanjem od prvobitnog izlaznog podatka. Ključ bolje preciznosti izlaznih podataka drži raznovrsnost u izlaznim podacima svake pojedinačne mreže u skupu. To znači da će mreže pripadnice skupa biti birane da uđu u skup na osnovu preciznosti izlaznih podataka i različitosti u izlaznim podacima jedne mreže u odnosu na drugu. Na taj način se dobijaju težine grana u skupu koje, u stvari, predstavljaju doprinos svake mreže u skupu neuronskih mreža.

Skupove neuronskih mreža su, takođe, istraživali Perone i Kuper [11] i Hansen [9]. Danas se ovakav koncept VNM sreće u mnogim oblastima kao što su predviđanje pouzdanosti softvera [16], odlučivanje u finansijama [15] i prepoznavanje šablona kod elektronskih slika [7].



Slika 2: Arhitektura ENN

4. PODACI SA EKSPERIMENTALNIH ISPITIVANJA

Eksperimentalna ispitivanja propulzionih osobenosti sklopova potiskivača i sastava nesamohodnih plovila su obuhvatila sledeća merenja koja su iskorišćena u ovom radu:

1. Merenje snage (N_{vr}) na propelerskim vratilima broda-potiskivača za nekoliko opterećenja pogonskih motora, zaključno sa najvećim dozvoljenim punjenjem motora za trajni pogon.
2. Merenje brzine plovidbe sklopova u odnosu na vodu (v_{pl}) istovremeno sa napred navedenim ispitivanjima.

Merenje snage na propelerskim vratilima vršeno je pomoću torziometra, koji je bio postavljen na oba vratila u krmenom delu broda i to pri najvećem punjenju motora za trajni pogon, kao i za nekoliko nižih opterećenja.

Brzina plovidbe potiskivanih sklopova u odnosu na vodu određivana je pomoću hidrometrijskog krila koje je bilo postavljeno bočno, na pramcu prvog reda potisnice¹. Posebnim držačima krilo je bilo istureno za oko 4 metra od boka potisnice. Na taj način omogućeno je merenje brzine plovidbe u odnosu na vodu bez znatnijeg uticaja pramčanih talasa i deplasmanskog potiskivanja vode, jer se može smatrati da je krilo „radilo“ u relativno neuznemirenoj vodi.

Sva ispitivanja su vršena za određene vrste sastava natovarenih (teretnih) potiskivanih teretnjaka. Rezultati eksperimentalnih ispitivanja su prikupljeni i složeni u jednu bazu podataka. Kao ulazi u neuronsku mrežu koristili su odnos širine sklopa (B_{skl}) i dužine sklopa (L_{skl}), odnos srednjeg gaženja sklopa (T_{skl}) i širine sklopa (B_{skl}), odnos kubnog korena deplasmata (istisnine) i dužine sklopa (L_{skl}) – kako bi se deplasmanski brod uveo u razmatranje i Frudov broj – čime se brzina kretanja sastava uvodi kao ulazna promenljiva.

Izlazna promenljiva je snaga propelerskih vratila broda potiskivača. Sve prethodne ulazne veličine i izlazna veličina su bile normalizovane tako da su im vrednosti podešene da budu između 0 i 1. Ukupno je sakupljeno 194 različitih ulaznih i izlaznih podataka, pri čemu je u obzir uzeto 17 ispitanih potiskivača i preko 40 različitih sastava [5].

5. REZULTATI PRORAČUNA

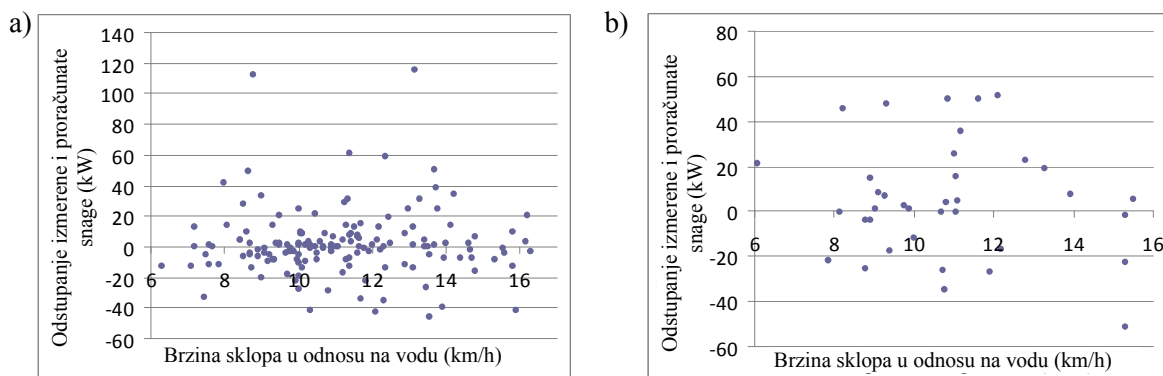
Minimalan i maksimalan broj neurona je određen na osnovu sledećeg izraza [13]:

$$n_h < \frac{n_{tr} - 1}{n_i + 2} \quad (1)$$

gde su n_h – broj čvorova u skrivenom sloju, n_{tr} – broj podataka koji se obučavaju (treniraju)² i n_i – broj ulaznih promenljivih. Akaike informacioni kriterijum (AIC) je određen na osnovu izraza [13]:

$$AIC_c = AIC + \frac{2K(K+1)}{n_{tr} - K - 1} = n_{tr} \cdot \log(\hat{\sigma}^2) + 2K + \frac{2K(K+1)}{n_{tr} - K - 1} \quad (2)$$

gde su AIC_c – izmenjeni AIC, K – ukupan broj procenjenih parametara u modelu VNM, $\hat{\sigma}^2$ – srednja kvadratna greška modela VNM. Na osnovu izraza (1) proračunato je da broj čvorova u nevidljivom sloju ne treba da bude veći od 25. Uz pomoć izraza (2) su proračunate sve AIC_c vrednosti, a pomoću algoritma „golden section point“ dobijena je arhitektura mreže sa 15 neurona u nevidljivom sloju čije će mere učinka biti upoređene sa merama učinka Skupa neuronskih mreža. U skup neuronskih mreža su uključene arhitekture VNM sa 8, 10, 14 i 15 neurona u nevidljivom sloju na osnovu rangiranja preostalih mreža prema AIC_c vrednostima. Na slici 2 su prikazana odstupanja proračunatih vrednosti od originalnih vrednosti obučavanjem podataka mrežom sa 15 neurona u nevidljivom sloju. Na slici 3 su, takođe, prikazana odstupanja, samo za skup neuronskih mreža.

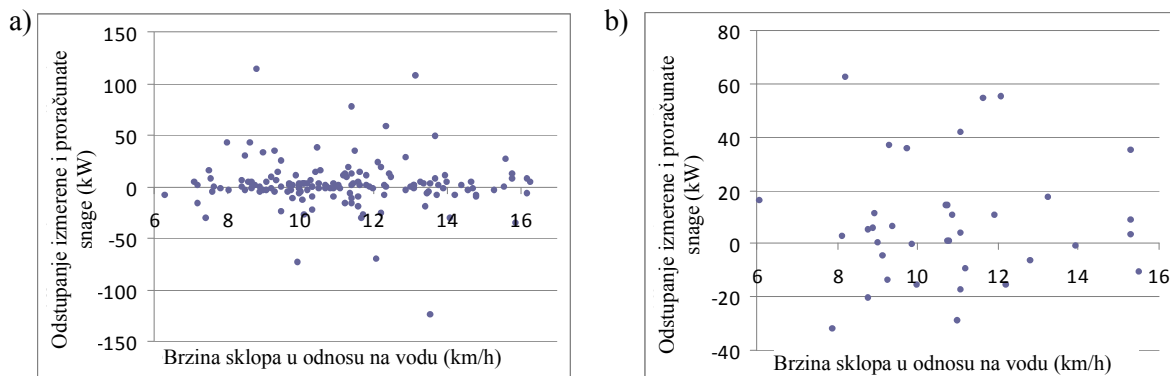


Slika 2: Odstupanje proračunatih vrednosti od originalnih vrednosti obučavanjem podataka mrežom sa 15 neurona u nevidljivom sloju – a) skup podataka za obučavanje, b) skup podataka za testiranje

¹ Za vreme merenja krilo je bilo uronjeno približno do dubine od 1 metara istovremeno

² 80% podataka je ušlo u skup za obučavanje, dok je 20% ušlo u skup za testiranje

Sa slike 2 se vidi da je odstupanje proračunatih vrednosti u većini slučajeva manje od 50 kW kod podataka koji su obučavani. Testirani podaci su nešto više rasuti i najveće odstupanje proračunate snage od izmerene ne prelazi ni 70 kW, dok kod podataka za obučavanje postoje tri tačke kod kojih odstupanje prelazi 100 kW. U tabeli 1 su date uporedne vrednosti standardnog odstupanja (RMSE) i aritmetičke sredine (MAE) za mrežu sa 15 neurona u nevidljivom sloju i skup neuronskih mreža sa 8,10,14 i 15 neurona u nevidljivom sloju.



Slika 3: Odstupanje proračunatih vrednosti od originalnih vrednosti obučavanjem podataka mrežama koje se nalaze u skupu sa 8,10,14 i 15 neurona u nevidljivom sloju – a) skup podataka za obučavanje, b) skup podataka za testiranje

Tabela 1: Uporedni rezultati za standardno odstupanje i aritmetičku sredinu podataka za obučavanje i testiranje između mreže sa 15 neurona u nevidljivom sloju i skupa neuronskih mreža sa 8,10,14 i 15 neurona u nevidljivom sloju

Arhitektura mreže	Podaci za obučavanje		Podaci za testiranje	
	RMSE	MAE	RMSE	MAE
4-15-1	29.59	18.00	40.18	29.51
8,10,14,15 (ENN)	21.93	13.43	26.87	19.98

Na slici 3 je pokazano da su samo dva odstupanja iznad 100 kW za podatke koji su obučavani. 95,6% obučavanih podataka imaju odstupanja manja od 50 kW. Podaci za testiranje su opet nešto više rasuti, ali je zato najveće odstupanje 112,9 kW. It tabele 1 se vidi da su standardno odstupanje i aritmetička sredina manji kod Skupa neuronskih mreža nego kod pojedinačne mreže sa 15 neurona u nevidljivom sloju, što je bilo i očekivano. Naročita razlika u rezultatima se prepoznaje kod podataka koji su služili za testiranje.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je pokazano da je primena Skups neuronskih mreža na obučavanje i testiranje podataka dobijenih sa eksperimentalnih ispitivanja moguća. Glavni cilj je bio da se uspostavi funkcionalna veza između snage pogonskog stroja potiskivača i brzine plovidbe sklopova, ali uzimanjem u obzir svih mogućih činilaca koji su uticali na eksperimentalna ispitivanja. Rezultati koji su dobijeni obučavanjem i testiranjem podataka mogu se primeniti samo na ispitivane sklopove i plovila istog tipa i navigacijske uslove koji su vladali tokom ispitivanja.

Predložena su dva koncepta rešavanja problema. Prvi podrazumeva obučavanje i testiranje podataka jednom mrežom sa više neurona u nevidljivom sloju. Drugi koncept podrazumeva primenu Skupa neuronskih mreža za obučavanje i testiranje podataka. Akaike informacioni kriterijum je poslužio da se više arhitektura VNM rangira. Na osnovu vrednosti kriterijum i algoritma „golden section point“ odabrana je VNM koja je bila upoređena sa Skupom neuronskih mreža. Takođe, Skup neuronskih mreža je napravljen na osnovu rangiranja mreža. Sve VNM su bile sa prostiranjem signala unapred i sa jednim nevidljivim slojem.

Rezultati proračuna su pokazali da Skup neuronskih mreža ima manje vrednosti za standardno odstupanje (RMSE) i aritmetičku sredinu (MAE) čime daje tačnije izlazne rezultate, odnosno manja odstupanja od izmerenih vrednosti od VNM sa 15 neurona u nevidljivom sloju. Pokazano je da je većina odstupanja izlaznih od originalnih vrednosti podataka između 1 i 5 procenata, ali da takođe postoje podaci čije odstupanje premašuje 10%. Na osnovu toga je procenjeno da rezultati moraju biti prihvaćeni sa dozom rezerve, ali da su, uopšteno, veoma prihvatljivi u praksi.

Obzirom da je do pomenutih rezultata trebalo obaviti dosta obučavanja podataka (i po nekoliko puta), a da samo vreme obučavanja i testiranja nije bilo veliko, zaključeno je da se novi podaci mogu vrlo lako uvesti u problem. Time je i dokazano da posada brodova i kapetani brodova mogu u kratkom periodu vremena dobiti potrebno znanje o propulzionim osobenostima ispitivanih sklopova.

LITERATURA

- [1] Abdel Nabya, M.M., Lehetaa, H.W., Banawana, A.A., Elhewya, A.H., Investigation of various artificial neural networks techniques for the prediction of inland water units' resistance, *Ships and Offshore Structures* 3(3) (2008) 247-254.
- [2] Akaike, H. (1973). Information theory as an extension of the maximum likelihood principle, *Second Int. Symp. Inf. Theory*, Budapest, Hungary, 267-281.
- [3] Bertram, V., Mesbahi, E., SWATH Ship Design Formulae Based on Artificial Neural Nets 5th International Conference on High Performance Marine Vehicles, 8-10. novembar, Australija, 2006.
- [4] Couser, P.R., Mason, A. (2004) Artificial Neural Networks for Hull Resistance Prediction. *Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries (COMPIT'04)*, 9-12. May, Siguenza, Spain, 2004.
- [5] Čolić, V., "Istraživanje plovidbenih, prevoznih, energetskih i propulziona-potisnih osobenosti dunavskih brodova potiskivača", Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, 2006.
- [6] ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, 2006. Recommendations on Harmonized Europe-Wide Technical Requirements for Inland Navigation Vessels. Inland Transport Committee. ECE/TRANS/SC.3/172, New York and Geneva. Available from: <http://www.unece.org/trans/doc/finaldocs/sc3/Resolution%20No61E.pdf> [Accessed 5 September 2008].
- [7] Giacinto, G., Roli, F. (2001) Design of effective neural network ensembles for image classification purposes. *Image and Vision Computing*, 19(10), 699–707.
- [8] Hansen, L.K., Salamon, P. (1990) Neural network ensembles. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1990, 12(10) 993–1001.
- [9] Hashem, S. (1995). Optimal Linear Combinations of Neural Networks. *Neural Networks.*, 10(4), 599-614.
- [10] Pedersen, B., Larsen, J., Modeling of ship propulsion performance, *World Maritime Technology Conference (WMTC)*, 21-24. januar, Mumbaj, Indija, 2009.
- [11] Perrone, M.P., Cooper, L.N. (1993) Neural networks for speech and image processing. *Chap. When Networks disagree: Ensemble methods for hybrid neural networks*, Chapman-Hall.
- [12] Petersen, J.P., Jacobsen, D.J. (2012) Statistical modelling for ship propulsion efficiency. *J Mar Sci Technol* 17:30-39.
- [13] Ren, L.Q., Zhao, Z.Y. (2002) An optimal neural network and concrete strength modeling. *Advances in Engineering Software* 33(3), 117–130.
- [14] Vukadinović, K., Teodorović, D., Pavković, G., (1997) A neural network approach to the vessel dispatching problem, *European Journal of Operational Research*, 102(3), 473-487.
- [15] West, D., Dellana, S., Qian, J. (2005) Neural network ensemble strategies for financial decision applications. *Computers & Operations Research*, 32(10), 2543–2559.
- [16] Zheng, J. (2009) Predicting software reliability with neural network ensembles. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2116–2122.



PRIMENA OPTIMIZACIJE KOLONIJOM PČELA U REŠAVANJU PROBLEMA DODELJIVANJA PARKING POZICIJA AVIONIMA

SOLVING GATE ASSIGNMENT PROBLEM USING BEE COLONY OPTIMIZATION

JOVANA KULJANIN¹, IVANA VUKIĆEVIĆ²

¹ Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, j.kuljanin@sf.bg.ac.rs

² Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, i.vukicevic@sf.bg.ac.rs

Rezime: Dodeljivanje parking pozicija avionima predstavlja proces raspoređivanja aviona na parking pozicije sa ciljem efikasne dodele raspoloživih parking pozicija avionima predviđenim redom letenja. Ovaj problem predstavlja jedan od ključnih aktivnosti operativnih centara na gotovo svim aerodromima širom sveta. Aerodromi koji opslužuju veliki broj putnika i sa kojih se obavlja na stotine letova u toku dana karakteriše potreba za efikasnim rešavanjem pomenutog problema. Zbog svega pomenutog, primena metaheuristike obezbeđuje dobijanje dovoljno dobrog rešenja u prihvatljivom vremenu. U radu je predložena primena metaheuristike Optimizacije kolonijom pčela za rešavanje problema dodeljivanja parking pozicija avionima. Podaci sa aerodroma „Nikola Tesla“ u Beogradu su iskorišćeni za testiranje predloženog algoritma.

Ključne reči: Problem dodeljivanja parking pozicija, Optimizacija kolonijom pčela.

Abstract: Airport gate assignment problem is the process of selecting and allocating aircrafts to gates to create an efficient assignment schedule. This problem is a key activity of airport operations on almost all airports around the world. Airports that serve large numbers of passengers and from which hundreds of flights take place on a daily basis are characterized by the need to solve this problem efficiently. For all these reasons, the use of metaheuristics provides obtaining sufficiently good solutions in an acceptable time. The paper proposes application of Bee Colony Optimization metaheuristics to solve the gate assignment problem. Data from the airport "Nikola Tesla" in Belgrade were used to test the proposed algorithm.

Keywords: Gate assignment problem, Bee colony optimization.

1. UVOD

Problem dodeljivanja parking pozicija spada u grupu problema raspoređivanja koji podrazumeva dodeljivanje parking pozicije svakom avionu koji sleće ili treba da poleti uz obezbeđivanje različitih zahteva. S toga je ovaj problem intuitivno veoma lak za razumevanje, ali suštinski veoma težak za rešavanje. Ovaj problem spada u klasu NP-teških problema. Drugim rečima, ukoliko se vrši raspoređivanje m letova (tj. aviona) na n parking pozicija, onda se dolazi do nepolinomijalnog broja kombinacija – $(m!)^n$. Proces postaje znatno dinamičniji i njegova kompleksnost se dodatno usložnjava sa povećanjem frekvencija letova i nepredviđenim događajima koji mogu da nastanu u bilo kom vremenskom trenutku u periodu operativnih aktivnosti.

U drugom poglavlju je dat pregled literature, dok je u trećem definisan problem i matematička formulacija korišćena za rešavanje definisanog problema dodeljivanja parking pozicija avionima. U četvrtom poglavlju je opisana metaheuristika Optimizacija kolonijom pčela korišćena za rešavanje problema, a u petom je dat numerički primer na kom je izvršeno testiranje predloženog algoritma.

2. PREGLED LITERATURE

Parking pozicije predstavljaju izuzetno skupe i ograničene resurse, te je zato veoma važno da se raspoloživim parking pozicijama upravlja na što je moguće bolji način.

Problem dodeljivanja parking pozicija je evoluirao u prošlosti kroz iznalaženje različitih metoda. Sve metode se mogu podeliti u tri grupe: metode za sekvencijalno dodeljivanje, metode za paralelno dodeljivanje i metode za grupno dodeljivanje. Hamzawi (1986) je predložio sekvencijalno dodeljivanje parking pozicija avionima poštujući redosled kojim avioni sleću. Ovaj metod se pokazao kao neefikasan u slučajevima kada

postoji visoka nekompatibilnost između parking pozicija i tipova aviona. Babić i ostali (1984) kao i Mangoubi i Mathaisel (1985) su u svojim radovima predstavili model paralelnog dodeljivanja zasnovanog na linearnom programiranju. Ovim modelima je moguće uzeti u obzir više faktora prilikom dodeljivanja aviona parking pozicijama u širem vremenskom intervalu. Međutim, ovi modeli nisu pogodni za probleme većih dimenzija i složenosti, te tako u obzir dolaze samo u slučaju malog broja vazduhoplova i parking pozicija.

U literature je takođe prisutna klasifikacija modela za dodeljivanje parking pozicija avionima u dve osnovne grupe: *statički modeli* i *stohastički i robusni modeli*.

Sledeća podela modela za dodeljivanje parking pozicija se odnosi na tip(ove) kriterijumskih funkcija. Tako se minimiziranje pešačenja putnika vrlo često postavlja kao osnovni cilj ne samo u modelima za dodeljivanje parking pozicija avionima nego i prilikom dimenzionisanja pristanišne zgrade. Ova kriterijumska funkcija je prvi put predložena u radovima Braaksma (1977) i Babić i ostali (1984). U literaturi se pojavljuje još niz drugih kriterijumskih funkcija. Sve one se mogu grubo podeliti u dve velike grupe: one koje imaju za cilj povećanje kvaliteta pruženih usluga putnicima i one koje teže aerodromskoj efikasnosti. Tako Teodorović i ostali (1984, 1990) predlažu model za minimiziranje ukupnih kašnjenja putnika i broja otkazanih letova u slučaju poremećaja u redu letenja. Chang (1994) je pored minimizacije pešačenja koje prelaze putnici dodatno uveo i minimizaciju rastojanja duž kojih putnici moraju da nose svoj prtljag. Dok su Mangoubi i Mathaisel (1985) uzeli u obzir i transferne putnike prilikom modelovanja ovog problema. S druge strane, maksimiziranje ukupnih preferencija za dodeljivanje aviona određenim parking pozicijama, minimiziranje „pushback“ procedura, minimiziranje broja nedodeljenih aviona (Lim i Wang, 2005) i minimiziranje konflikta između parking pozicija (Lim i Wang, 2005) su samo neke od kriterijumskih funkcija koje za cilj imaju poboljšanje aerodromske efikasnosti. *American Airlines* je razvila program *Gate Manager* kako bi efikasno upravljala zagušenjima i resursima (Jo, 1997). Brazile i Swigger (1988) su iskoristili znanja iskusnog zemaljskog kontrolora i razvili GATES program zadovoljavajućih performansi kome je u proseku potrebno 30s kako bi izvršio dodeljivanje parking pozicija. Gosling (1990) je nešto kasnije razvio ekspertni sistem koji je u stanju da procesuiru kašnjenja i potrebnu opremu. Iako ovaj pristup dozvoljava inkorporiranje komplikovanih ograničenja, on ipak nema velike optimizacione sposobnosti. S toga je u literaturi vrlo često kombinovan sa nekom od optimizacionih tehnika, kao što je to slučaj u radu Chenga (1997) koji deli problem na nekoliko manjih, a potom koristi metodu linearnog programiranja kako bi rešio svaki pojedinačni problem.

Jedni od prvih autora koji su koristili metaheuristiku za rešavanje problema dodeljivanja parking pozicija avionima bili su Gu i Chung (1999). Oni su primenili Genetski algoritam kako bi minimizirali kašnjenja. Xu i Bailey (2001) u svom radu predlažu korišćenje Tabu pretraživanja kako bi minimizirali ukupno vreme konekcije. Za razliku od njih, Ding i ostali (2005) koriste Simulirano kaljenje kako bi rešili ovaj problem. Cheng i ostali (2012) u svom radu vrše evaluaciju performansi modela za dodeljivanje parking pozicija avionima primenom tri metaheuristike – Genetskog algoritma, Simuliranog kaljenja, Tabu pretraživanja na podacima sa Incheon International Airport u istočnoj Aziji.

3. DEFINISANJE PROBLEMA

Problem raspoređivanja koji se javlja u vazдушnom saobraćaju danas (na aerodromima ali i aviokompanijama) predstavlja znatno složeniji problem od većine klasičnih problema raspoređivanja u drugim oblastima. Razlog ovome leži u postojanju velikog broja elemenata koji predstavljaju resurse ograničenog kapaciteta u sistemu i tu se pre svega ubrajaju terminali, parking pozicije, avioni, posada, prtljag. Treba napomenuti da su resursi međusobno veoma zavisni, odnosno da odluka o korišćenju jednog od njih u velikoj meri uslovljava korišćenje ostalih. S tim u skladu, ovi resursi predstavljaju osnovu za projektovanje i upravljanje aerodromskim strukturama na većini današnjih aerodromima nezavisno od njihove veličine.

Kao što je napred bilo spomenuto, problem dodeljivanja parking pozicija suštinski predstavlja alokaciju letova na određene parking pozicije uz poštovanje unapred zadatih ograničenja. Kao ulazni podaci za problem ove vrste koriste se operativni red letenja sa vremenima dolaska i odlaska vazduhoplova, kao i dodatne informacije o letovima kao što su tip vazduhoplova, broj putnika, zahtevani aerodromski servisi itd.

U radu je korišćena formulacija problema dodeljivanja parking pozicija koju su predložili autori Xu and Bailey (2001), pri čemu je modifikovana kriterijumska funkcija. Izabrana kriterijumska funkcija se odnosi na minimiziranje prosečne (ukupne) dužine pešačenja dolazećih putnika (rastojanje između izlaza na parking poziciji i prostora za preuzimanje prtljaga) i odlazećih putnika (rastojanja između zone šaltera za registraciju i izlaza na parking poziciju). U radu nisu razmatrani transferni putnici. S toga je razvijeni model posebno pogodan za aerodrome na kojima transferni saobraćaj nije dominantan. Kako bi se izvršila formulacija modela, potrebno je definisati sledeće:

G - skup parking pozicija,
 F - skup aviona,
 Z - kriterijumska funkcija,
 x_{ik} - binarna promenljiva koja je jednaka 1 ukoliko je avion i dodeljen parking poziciji k , dok je u suprotnom slučaju jednak 0,
 a_i - vreme dolaska aviona i ,
 b_i - vreme odlaska aviona i ,
 p_{i0} - ukupan broj dolazećih putnika avionom i ,
 p_{0i} - ukupan broj odlazećih putnika avionom i ,
 d_{k0} - pešačka rastojanja dolazećih putnika,
 d_{0k} - pešačka rastojanja odlazećih putnika,
 Potrebno je dodeliti parking pozicije iz skupa G svakom avionu i iz skupa F tako da se minimizira ukupno pešačenje dolazećih i odlazećih putnika.

Minimizirati:

$$Z = \sum_{i \in F} \sum_{k \in G} (p_{i0}d_{k0} + p_{0i}d_{0k})x_{ik} \quad (1)$$

pod uslovom da je:

$$\sum_{k \in G} x_{ik} = 1 \quad \forall i \in F \quad (2)$$

$$x_{ik}x_{jk}(b_j - a_i)(b_i - a_j) \leq 0 \quad \forall i, j \in F; \forall k \in G \quad (3)$$

$$x_{ik} \in \{0,1\} \quad \forall i \in F; \forall k \in G \quad (4)$$

Kriterijumska funkcija Z koja se minimizira predstavlja ukupno pešačenje svih putnika. Ograničenjem (2) se obezbeđuje uslov da jednom avionu može biti dodeljena samo jedna parking pozicija, a ograničenje (3) omogućava da na jednoj parking poziciji u jednom momentu može biti samo jedan avion.

4. OPTIMIZACIJA KOLONIJOM PČELA

Optimizacija kolonijom pčela je metaheuristika razvijena u radovima Lučić i Teodorović (2001, 2002, 2003) i pripada klasi algoritama inspirisanih pojavama u prirodi. Inspirisani ponašanjem pčela prilikom traganja za hranom, autori su razvili ovu metaheuristiku koja poseduje sposobnost da pronađe visoko kvalitetno rešenje kada su u pitanju teški kombinatorni problemi uz prihvatljivo vreme rada računara.

Na početku procesa pretrage prostora dopustivih rešenja sve pčele se nalaze u košnici. Za svaki avion generiše se skup parking pozicija koje mogu biti dodeljene avionu i (P_i). Pri svakom letu unapred pčele dodele jednom avionu jednu parking poziciju. Avionima se dodeljuju parking pozicije redosledom zasnovanom na operativnom redu letenja.

Korist koju pčela ima ukoliko avionu i dodeli parking poziciju j je:

$$V_{ij} = \frac{1}{p_{i0}d_{j0} + p_{0i}d_{0j}} \quad \forall j \in G \quad (5)$$

Neka je p_{ij} verovatnoća da će pčela odabrati za avion i odabrati parking poziciju j . Model izbora koji je korišćen u ovom radu je LOGIT model, a verovatnoća izbora se računa kao:

$$p_{ij} = \frac{e^{V_{ij}}}{\sum_{j \in S_b \cap P_i} e^{V_{ij}}} \quad (6)$$

gde je S_b skup slobodnih parking pozicija u trenutku dodeljivanja u parcijalnom rešenju pčele b .

Po povratku pčela u košnicu za svaku pčelu b ($b = \overline{1, B}$, gde je B broj pčela) vrši se izračunavanje vrednosti kriterijumske funkcije L_b . Ukupno rastojanje koje pređu dolazeći i odlazeći putnici predstavlja vrednost kriterijumske funkcije koja se minimizira.

$$O_b = \frac{L_{\max} - L_b}{L_{\max} - L_{\min}}, \quad O_b \in [0, 1], \quad b = \overline{1, B} \quad (7)$$

gde je O_b normalizovana vrednost kriterijumske funkcije pčele b , a L_{\max} i L_{\min} najveća i najmanja vrednost kriterijumske funkcije. Na osnovu izračunatih kriterijumskih funkcija pčele vrše poređenje generisanih parcijalnih rešenja. Verovatnoća da će pčela na početku sledećeg leta unapred biti lojalna svom parcijalnom rešenju je:

$$p_b^{u+1} = e^{-\frac{O_{\max} - O_b}{u}}, \quad b = \overline{1, B} \quad (8)$$

gde je O_{\max} maksimum normalizovanih vrednosti kriterijumske funkcije, a u redni broj leta unapred.

Neka je broj opredeljenih pčela R , tada je verovatnoća da će se neopredeljena pčela odlučiti da u sledećem letu unapred kopira parcijalno rešenje koje je generisala opredeljena pčela b jednaka:

$$p_b = \frac{O_b}{\sum_{k=1}^R O_k}, \quad (9)$$

Neopredeljena pčela zajedno sa izabranom opredeljenom pčelom leti duž operativnog reda letenja do poslednjeg aviona kom je opredeljena pčela dodelila parking poziciju, a nakon toga svaka pčela samostalno odlučuje o sledećoj lokaciji koju će posetiti.

Tokom svake interakcije dobija se jedno ili više rešenja pri čemu se pamti najbolje rešenje postignuto u interakciji. Na kraju se bira najbolje rešenje postignuto kroz zadati broj interakcija.

5. NUMERIČKI PRIMER

U ovom delu rada ilustrovana je primena Optimizacije kolonijom pčela na primeru aerodroma „Nikola Tesla“ u Beogradu. Program je napisan u programskom jeziku 64-bit Java 1.7.0.21 na računaru koji ima sledeće performanse: procesor Intel I3@3.3GHz, RAM 8GB, operativni sistem Windows 7 64-bit. U radu su korišćeni podaci za jedan dan (23. maj 2013) dobijeni sa zvaničnog internet sajta aerodroma „Nikola Tesla“ u Beogradu (<http://www.beg.aero>). Podaci su sadržali informacije o destinaciji, broju leta, aviokompaniji koja saobraća na tom letu, planiranom vremenu sletanja aviona, planiranom vremenu poletanja aviona, tipu aviona i parking poziciji koju su dispečari u operativnom centru planirali da dodele određenom letu. Aerodrom „Nikola Tesla“ u Beogradu ima 16 parking pozicija namenjenih za civilni saobraćaj – A i C platformu. Platforma B je namenjena za kargo saobraćaj kao i za prihvat i otpremu aviona koji prevoze državnike Srbije i druge važne ličnosti, te kao takva, ona nije uzeta u razmatranje. Deo platforme A (parking pozicije A11-A14) je namenjen za generalnu avijaciju i takođe nije mogao biti uzet u obzir.

U Tabeli 1 su predstavljena sva poletanja i sletanja obavljena dana 23. maja 2013. godine i ujedno su ovi podaci iskorišćeni kao ulazni podaci. Parking pozicije dodeljene svakom avionu koje su obavljene na sajtu bile su iskorišćene kako bi se izvršilo poređenje dobijenih rezultata (ukupno pešačenje koje se dobija ako bi se raspoređivanje vršilo primenom Optimizacije kolonijom pčela u poređenju sa ukupnim pešačenjem koje moraju putnici da pređu ako je raspored aviona izvršen prema obavljenim podacima).

Rezultati dobijeni primenom Optimizacije kolonijom pčela ukazuju na trostruko manju vrednost kriterijumske funkcije (1.057.600 metara) nego one koja se dobija sa rasporedom aviona izvršenim od strane dispečara na aerodromu „Nikola Tesla“ (3.532.895). Parking pozicije na platformi A su gotovo neiskorišćene. Ovo može biti jedan od indikatora o postojanju mogućnosti prihvatanja i većeg obima saobraćaja na aerodromu „Nikola Tesla“ u budućnosti.

Tabela 1: Poletanja i sletanja na aerodromu „Nikola Tesla“ i rezultati kriterijumske funkcije

Broj leta	Destinacija	Planirano vreme sletanja	Planirano vreme poletanja	Izlaz	Tip aviona (razmah krila)	Rastojanje koje pređu svi putnici
WZZ4202	Stokholm	00:15	05:30	A8	A320 (34.10)	242190
JU115	Skoplje	06:50	09:20	C1	B737-300 (28.88)	47460
JU135	Moskva	06:55	10:30	C3	B737-300 (28.88)	93960
JU661	Podgorica	07:05	07:50	A2	B737-300 (28.88)	30805
JU445	Solun	07:10	08:50	C6	ATR72 (27.05)	69300
JU109	Sarajevo	07:15	07:55	C5	ATR72 (27.05)	65720
OS771	Beč	07:30	08:10	A1	Fokker70 (28.08)	27255
YM100	Podgorica	08:10	08:50	A4	Embraer195 (28.72)	68850
TK1081	Istanbul	08:20	09:15	A3	B737-800 (35.80)	53130
YM200	Tivat	08:55	09:35	A5	Fokker100 (28.08)	61225
WZZ4092	Dortmund	10:20	10:55	A1	A320 (34.10)	56880
WZZ4072	Ajndhoven	10:55	11:25	A3	A320 (34.10)	54165
JU405	Rim	11:00	11:55	C3	B737-300 (28.88)	102060
JU731	Split	11:10	12:10	A9	ATR72 (27.05)	99960
4U2942	Štuttgart	11:30	12:00	A4	A319 (34.1)	75600
JU315	Beč	12:10	12:45	A8	ATR72 (27.05)	88205
LH1722	Minhen	12:30	13:05	A3	Embraer195 (28.72)	28980
FZ141	Dubaji	12:40	13:25	A1	B737-800 (35.80)	58460
LH1406	Frankfurt	13:00	14:00	A2	A320 (34.10)	41480
JU361	Dizeldorf	13:10	13:15	C1	B737-300 (28.88)	50820
SU2090	Moskva	13:10	14:00	A4	A321 (34.10)	97200
LX1416	Cirih	14:00	14:40	A2	A320 (34.10)	50020
JU263	Amsterdam	14:05	15:15	C2	B737-300 (28.88)	63000
QR462	Doha	14:10	15:10	C4	A321 (34.10)	129200
OS773	Beč	14:10	15:10	A5	Fokker70 (28.08)	50375
JU683	Tivat	14:55	16:50	A8	ATR72 (27.05)	77740
JU439	Atina	15:05	15:30	A4	B737-200 (28.35)	89100
JU663	Podgorica	15:20	15:45	A9	ATR72 (27.05)	112455
OA393	Atina	15:20	15:45	C1	Bombardier Q400 (28.40)	32340
JU241	Pariz	15:20	16:10	C2	B737-300 (28.88)	61000
PC893	Istanbul	15:35	16:15	A5	B737-800 (35.80)	107725
WZZ4082	Brisel	16:05	16:35	A1	A320 (34.10)	53325
LH1724	Minhen	16:20	16:55	A2	Embraer195 (28.72)	26840
JU351	Frankfurt	16:40	17:10	C3	B737-300 (28.88)	106920
JU211	London	17:20	17:40	C5	B737-300 (28.88)	104940
RO213	Bukurešt	17:30	18:00	C1	ATR42-300/320 (24.57)	14700
AZ594	Rim	17:40	18:30	A3	A320 (34.10)	53130
YM202	Tivat	17:50	18:30	A4	Fokker100 (28.08)	49950
OS735	Beč	17:50	18:22	A5	Bombardier Q400 (28.40)	59675
YM102	Podgorica	18:40	19:20	A1	Embraer195 (28.72)	33575
TK1083	Istanbul	19:15	20:20	A2	A320 (34.10)	46360
JU133	Moskva	19:50	22:20	C3	B737-300 (28.88)	101250
JU417	Milano	19:50	20:00	A4	B737-200 (28.88)	71550
JU371	Kopenhagen	20:20	21:15	A5	B737-300 (28.88)	96875
JU665	Podgorica	20:20	21:25	C1	B737-300 (28.88)	42840
JU331	Cirih	20:30	21:00	A3	B737-300 (28.88)	33120
JU313	Beč	20:55	21:15	C1	ATR72 ()	26040
LH1726	Minhen	21:05	00:00	A1	Embraer195 (28.72)	39895
WZZ4210	Malmo	21:10	00:00	A5	A320 (34.10)	112375
JU421	Istanbul	21:20	22:00	A8	ATR72 (27.05)	82225
SU2092	Moskva	22:35	00:00	A3	A320 (34.10)	61065

LH1410	Frankfurt	23:35	00:00	A2	A319 (34.10)	29585
Ukupno						3532895

5. ZAKLJUČAK

Potreba za iznalaženjem novih metoda za rešavanje problema dodeljivanja parking pozicija će biti intenzivnija u budućnosti s obzirom na sve veći rast vazdušnog saobraćaja. Iako postoje egzakti algoritmi za rešavanje ovih problema, oni su ograničeni. Zato je poslednjih nekoliko godina postignut znatan pomak u ovoj oblasti primenom metaheuristika, koje imaju sposobnost efikasnog rešavanja ovih problema.

U radu je predložen konstruktivni pristup Optimizacije kolonijom pčela za rešavanje problema dodeljivanja parking pozicija. Iako je predloženi model statički, uzima u obzir samo determinističke faktore (kao što su operativni red letenja i izgled aerodromske strukture), rešenja dobijena na ovom nivou razmatranja su više nego zadovoljavajuća. Aerodrom „Nikola Tesla“ je izabran za primer, kako bi se pokazale mogućnosti predloženog algoritma. Uzimanjem u obzir različitih kriterijumskih funkcija, dispečar na aerodromu bi mogao da ima uvid u moguće posledice određenog sparivanja parking pozicija i aviona.

Izazov za buduća istraživanja jeste svakako inkorporiranje kašnjenja u model kao stohastičke komponente koju je u realnom životu nemoguće izbeći.

LITERATURA

- [1] Babić, O., Teodorović, D., Tošić, V., 1984. Aircraft stand assignment to minimize passenger walking distances. *Journal of Transportation Engineering* 110, 55–66.
- [2] Braaksma, J., 1977. Reducing walking distances at existing airports. *Airport Forum*, 4, 135-145.
- [3] Brazile, R. P., Swigger, K., M., 1988. GATES: An airline gate assignment and tracking expert system. *IEEE Expert* 3, 33–39.
- [4] Bolat, A., 2001. Models and a genetic algorithm for static aircraft-gate assignment problem. *Journal of the Operational Research Society* 52, 1107–1120.
- [5] Chang, C., 1994. Flight sequencing and gate assignment in airport hubs. PhD dissertation, University of Maryland at College Park
- [6] Cheng, C-H., Ho, S. C., Kwan, C-L., 2012. The use of meta-heuristics for airport gate assignment. *Expert System with Application* 39, 12430–12437.
- [7] Gosling, G. D., 1990. Design of an expert system for aircraft gate assignment. *Transportation Research* 24A, 59–69.
- [8] Hamzawi, S. G., 1986. Management and planning of airport gate capacity: a microcomputer-based gate assignment simulation model. *Transportation Planning and Technology* 11, 189 – 202.
- [9] Jo, G-S., Jung, J-J., Yang, C-Y., 1997. Expert System for Scheduling in an Airline Gate Allocation. *Expert System with Application* 13, 275 – 282.
- [10] Lim, A., Wang, F., 2005. Robust airport gate assignment. *Tools with Artificial Intelligence*. ICTAI 05. In the 17th IEEE international conference, 74–81
- [11] Lučić, P., Teodorović, D., Bee System: Modeling Combinatorial Optimization Transportation Engineering Problems by Swarm Intelligence, Preprints of the TRISTAN IV Triennial Symposium on Transportation Analysis, 441-445, Sao Miguel, Azores Islands, Portugal, June, 2001.
- [12] Mangoubi, R. S., Mathaisel, D. F. X., 1985. Optimizing gate assignment at airport terminals. *Transportation Science* 19, 173–188.
- [13] Teodorović D, Guberinić S., 1984. Optimal dispatching strategy on an airline network after a schedule perturbation. *European Journal of Operations Research* 15, 178–182.
- [14] Teodorović D, Stojković G., 1990. Model for operational daily airline scheduling. *Transportation Planning and Technology* 14, 273–285.
- [15] Xu, J., Bailey, G., 2001. The airport gate assignment problem: Mathematical model and a tabu search algorithm. In *Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Science*, 1–10.



RASPOREĐIVANJE PLOVNIH DIZALICA NA UNUTRAŠNJIM PLOVNIM PUTEVIMA: TEHNIKA SIMULIRANOG KALJENJA

ASSIGNMENT OF FLOATING BULK HANDLING CRANES TO UNLOADING LOCATIONS ON INLAND WATERWAYS: A SIMULATED ANNEALING APPROACH

DRAGANA DRENOVAC, RANKO NEDELJKOVIĆ, KATARINA VUKADINOVIĆ

Saobraćajni fakultet, Beograd, drenovac@sf.bg.ac.rs

Rezime: U radu je rešavan problem raspoređivanja plovni dizalica na mesta istovara plovila natovarenih šljunkom na mreži unutrašnjih plovni puteva. Za rešavanje problema korišćena je tehnika simuliranog kaljenja. Na primeru transportne mreže prikazana je primena razvijenog algoritma a rezultati su upoređeni sa rezultatima dobijenim metodama: optimizacija kolonijom pčela, tabu pretraživanje, genetski algoritmi i heuristika CLASORD

Ključne reči: Modeli raspoređivanja, Metaheuristički algoritmi, Simulirano kaljenje.

Abstract: In this paper, the static floating bulk handling cranes assignment to unloading locations on inland waterways network is considered and solved by the Simulated annealing algorithm. The results are compared by those obtained by methods: Bee colony optimization, Tabu search, Genetic algorithms and CLASORD heuristic.

Keywords: Assignment problems, Metaheuristics, Simulated Annealing

1. UVOD

Predmet ovog rada je upravljanje resursima koji se koriste za pretovar šljunka sa rečnih plovni sredstava na deponije odredišnih lokacija. Čitav logistički tok šljunka odvija se od trenutka njegovog usisavanja sa dna rečnog korita do trenutka istovara na deponiju odredišnog mesta. Utovar šljunka u potisnice vrši usisni bager. Teretni potiskivani sastavi plove do deponija šljunka gde se vrši istovar plovni dizalicama. Broj raspoloživih plovni dizalica je veoma mali pa ih je neophodno premeštati s jednog na drugo istovarno mesto. Prazni sastavi plove do istog mesta utovara.

U realizaciju ovog toka uključeni su kako pretovarni tako i transportni sistem. Usaglašenošću ova dva sistema postiže se maksimalna proizvodnja šljunka. U transportnom sistemu teži se da se raspoloživi potiskivači i potiskivana flota što bolje iskoriste tako što bi se puna plovila minimalno zadržavala u mestima istovara. Sa druge strane, u pretovarnom sistemu cilj je da se pretovarna sredstva optimalno iskoriste čime bi se čekanje transportnih sredstava na istovar minimiziralo.

Raspoređivanje potisnica na transportne zadatke je deo procesa distribucije šljunka na unutrašnjim plovni putevima u oblasti transporta. U literaturi je mali broj radova koji se bave tim problemom. O' Brien i Crane (1959) [1] simulacijom su ispitivali uticaj različitih načina raspoređivanja potisnica na iskorišćenje raspoloživih potiskivača i potiskivane flote. Schwartz (1968) [2] predstavio je model mešovitog celobrojnog programiranja za raspoređivanje potiskivača i potisnica tako da se dati skup zahteva za dostavom robe izvrši uz najniže troškove. Vukadinović i Teodorović (1994) [3], kasnije i Vukadinović i dr. (1997) [4] bavili su se specijalnim slučajem raspoređivanja potisnica na radne zadatke kada su pretovarne aktivnosti vremenski neizvesne. Potrebno je potiskivačima dodeliti pune potisnice za vremenski period od jednog dana. Utovar se vrši na jednoj lokaciji dok se istovar obavlja na više njih. Međutim, istovar tereta sa jedne potisnice vrši se samo na jednoj lokaciji. Za rešavanje opisanog problema u prvom radu korišćena je fazi logika, a u drugom je razvijen sistem za podršku odlučivanju zasnovan na neuronskim mrežama. Taylor i dr. (2005) [5] predstavili su sistem za dispečiranje brodova na reci razvijen simulacijom. Sistem donosi pojedine odluke kojima se raspoređuju potisnice na brodove uz minimalne troškove dispečiranja.

Tokom procesa distribucije šljunka u okviru pretovarnog sistema upravlja se sredstvima istovara šljunka iz potisnica. Ona se raspoređuju na istovarne lokacije sa ciljem minimizacije vremena koje plovna sredstva provedu na tim lokacijama, čime se postiže veći obrt raspoloživih potisnica u planskom periodu a time i

maksimalna proizvodnost čitavog sistema. Tim problemom bavili su se Vidović i Vukadinović (2006) [6], a kasnije i Bjelić i Vidović (2009) [7].

U radu (Vidović i Vukadinović 2006) [6] problem je prvi put formulisan i nazvan HDA (Handling Devices Allocation) problem, ili problem raspoređivanja pretovarnih sredstava. To je problem raspoređivanja raspoloživih dizalica na mesta istovara rasutog tereta tako da se minimizira ukupno vreme opsluge uključujući i vreme premeštanja dizalica iz čvora u kojem je završena opsluga potisnice u sledeći čvor u kojem je potrebno izvršiti istovarne operacije. Razmatran je statički slučaj problema kada je skup zahteva poznat pre početka planskog perioda, date su dve formulacije problema i ponuđeno je rešenje heuristikom (CLASORD – CLustering ASSignment ORDering). Prva formulacija problema predstavlja trodimenzionalni problem dodeljivanja, dok je drugi model izveden na osnovu sličnosti sa statičkim problemom alokacije pristajališta (SBAP – Statical Berth Allocation Problem) u kome se pristanište posmatra kao diskretan prostor sa određenim brojem pristupnih mesta (Imai 2001, Crainic 2007) [8], [9]. Na jednom pristupnom mestu se u jednom trenutku može nalaziti samo jedan brod, a svaki brod se može opsluživati na svim pristupnim mestima. U SBAP-u je takođe cilj postizanje minimalnog vremena realizacije zahteva, tj. minimizacija ukupnog vremena čekanja svih brodova na mestima za opslugu, uz uzimanje u obzir i samog vremena opsluge, ali se zanemaruje vreme transporta plovila do dodeljenog pristajališta, kao i vreme pripreme plovila za pretovar jer su ove operacije znatno kraće od samog procesa pretovara. U problemu alokacije pretovarnih sredstava vreme potrebno da pretovarna sredstva doplove do mesta istovara uzima se u obzir pa se zato HDAP posmatra kao zaseban problem.

U literaturi postoji nekoliko radova u kojima je rešavan problem dinamičkog raspoređivanja dizalica. Bjelić i Vidović su rešavali pomenuti problem primenom pravila dispečiranja (2009) [7] i memetskim algoritmom (2011) [10]. Bjelić i dr. (2010) [11] su za problem formulisali model mešovitog celobrojnog programiranja i rešavali uz pomoć dva heuristička algoritma. Takođe, su Bjelić i dr. (2011) [12] problem rešavali metodom promenljivih okolina.

Rešavanje statičkog problema raspoređivanja pretovarnih sredstava na mesta istovara rasutog tereta sa ciljem minimiziranja vremena čekanja punih plovila i realizacije istovarnog procesa na mestima istovara šljunka predstavlja predmet ovog rada. Problem SHDA rešavan je primenom tehnike simuliranog kaljenja (SA – Simulated Annealing). Pomenuta metaheuristika do sada nije korišćena za rešavanje opisanog problema. Dobijeno rešenje upoređeno je sa rešenjem dobijenim optimizacijom kolonijom pčela (Bee Colony Optimization - BCO), tabu pretraživanjem (Tabu Search - TS), genetskim algoritmom (Genetic Algorithm - GA) i heuristikom CLASORD (CLustering ASSignment ORDering). Na numeričkim primerima pokazano je da je pomoću opisane metaheuristike moguće rasporediti sredstva na radne zadatke u razumnom vremenu rada računara.

Rad je organizovan na sledeći način. Opis problema dat je u drugoj glavi. U trećoj glavi dat je opis tehnike simuliranog kaljenja. Četvrta glava posvećena je primeni SA metaheuristike na rešavanje SHDA problema. U petoj glavi opisan je numerički primer i postignuti rezultati. Na kraju, zaključak je dat u glavi 6.

2. OPIS PROBLEMA

Problem raspoređivanja plovnih dizalica na istovarna mesta gde čekaju natovareni plovni objekti uočili su i rešavali autori Vidović i Vukadinović (2006) [6].

Na mreži unutrašnjih plovnih puteva pune potisnice se potiskivanim sastavima dopremaju do istovarnih lokacija. Broj plovnih dizalica koje vrše pretovar, najčešće različitih eksploatacionih proizvodnosti, obično je mnogo manji od broja čvorova u mreži pa je neophodno da se one premeštaju iz čvora u čvor u skladu sa zahtevima. Karakteristike dizalice i masa tereta koju treba istovariti utiču na vreme koje je potrebno za opslugu. Pored vremena istovara na ukupno vreme obrade tereta utiče i vreme premeštanja dizalice iz čvora u kojem je završena opsluga potisnice u sledeći čvor u kojem je potrebno izvršiti istovarne operacije.

Problem može da se opiše na sledeći način: Za datu grupu potisnica koje čekaju u mestima istovara tereta na mreži unutrašnjih plovnih puteva, naći način da se raspoložive dizalice rasporede tako da se minimizira ukupno vreme opsluge uključujući i vreme čekanja na opslugu kao i vreme premeštanja dizalica iz čvora u čvor. U ovom radu razmatra se statički problem u kome su zahtevi za opslugom poznati unapred.

3. SIMULIRANO KALJENJE

Simulirano kaljenje je opšta heuristika koja kombinuje princip determinističke metode spuštanja sa probablističkim Monte Carlo pristupom. Naime, u svakoj iteraciji ova heuristika generiše na slučajan način nekog suseda iz okoline trenutne tačke, prihvatajući ga kao sledeću tačku pretraživanja, ne samo u slučaju poboljšanja, nego i u slučaju pogoršanja funkcije cilja, ali sa izvesnom verovatnoćom koja se kontrolisano

menja tokom iteracija. Na taj način se mogu izbeći zamke lokalnih minimuma i tako povećati mogućnost dobijanja kvalitetnih rešenja.

Osnovni koncept SA je razvijen po analogiji sa nekim algoritmima statističke termodinamike, kreiranim za simulaciju procesa kaljenja. Prvi takav algoritam je izložen u radu Mertopolis-a i dr. (1953) [13]. On simulira proces kontrolisanog hlađenja (kaljenja) nekog rastopljenog materijala do postizanja kristalizovanog čvrstog stanja. Ovaj algoritam na slučajan način menja trenutnu konfiguraciju atoma materijala, što dovodi do promene njegove unutrašnje energije. Ako se energija smanjuje, nova konfiguracija atoma se prihvata, a ako se energija povećava, ova konfiguracija se prihvata sa verovatnoćom jednakom (prema Boltzmann-ovom termodinamičkom zakonu) $\exp(-\Delta E/kt)$, gde je ΔE promena energije, t trenutna temperatura, a k Boltzmann-ova konstanta. Polazeći od neke slučajno generisane konfiguracije atoma, ovaj proces se ponavlja zadati broj puta na svakoj temperaturi, pri čemu se temperatura postepeno smanjuje. Ako je ovo smanjivanje dovoljno sporo, tada materijal teži, prema termodinamičkim zakonima, da postigne stanje minimalne energije, tj. da očvrsne u pravilnu kristalnu strukturu bez devijacija.

Tek osamdesetih godina pokazano je (nezavisno u radovima Kirkpatrick-a i dr. (1983) i Černy-a (1985) [14], [15]) da se osnovni principi na kojima se zasniva simulacija kaljenja mogu primeniti na rešavanje optimizacionih problema, pri čemu dopustivo rešenje odgovara jednoj mogućoj konfiguraciji atoma materijala, vrednost funkcije cilja njegovoj unutrašnjoj energiji, a prelaz u susedno rešenje promeni energetskog stanja. Od tada se ovakva metodologija, pod nazivom „simulirano kaljenje“ primenjuje kao opšti heuristički pristup za rešavanje problema kombinatorne optimizacije.

SA se može u najopštijem obliku prikazati na sledeći način:

Inicijalizacija. Izabрати početno rešenje $x_1 \in X$

$$x^* = x_1, f^* = f(x)$$

Iterativni korak. Za $n = 1, 2, \dots$

- Naći na slučajan način x u okolini $N(x_n)$ trenutnog rešenja x_n .
- Ako $f(x) \leq f(x_n)$ tada $x_n = x$
- Ako $f(x) \leq f^*$ tada $x^* = x, f^* = f(x)$
- Ako $f(x) > f(x_n)$ izabрати slučajan broj $p \sim R[0, 1]$
- Ako $p \leq p_n$, tada $x_{n+1} = x$, u suprotnom $x_{n+1} = x_n$

Kraj. Ako je zadovoljen kriterijum zaustavljanja, staje se, a x^* se uzima za aproksimaciju optimalnog rešenja.

Vrednost p_n predstavlja verovatnoću prihvatanja pogoršanja funkcije cilja u iteraciji n i jednaka je $p_n = \exp(-(f(x) - f(x_n))/t_n)$, gde je t_n vrednost tzv. „temperature“ u iteraciji n . Temperatura je pozitivan kontrolni parametar, čije su vrednosti zadate nizom t_1, t_2, \dots takvim da je $t_1 \geq t_2 \geq \dots$ i $\lim_{n \rightarrow \infty} t_n = 0$. Ovakav niz se naziva „shema hlađenja“ i on definiše način i brzinu smanjivanja temperature tokom iteracija. Temperatura ima zadatak da kontroliše fleksibilnost prihvatanja pogoršanja funkcije cilja, a time i pretraživanje prostora X : Polazeći od dovoljno velike početne temperature t_1 , u početnim iteracijama se prihvataju skoro svi slučajno generisani susedi, što omogućava izbegavanje zamke lokalnih minimuma. Postepenim opadanjem temperature smanjuje se verovatnoća prihvatanja pogoršanja funkcije cilja, tako da se praktično prihvataju samo njena poboljšanja, a pretraživanje ograničava na „kotlinu“ nekog lokalnog minimuma. Takođe, na istoj temperaturi što je pogoršanje funkcije cilja manje, to je verovatnoća njegovog prihvatanja veća.

Da bi se SA metodologija mogla implementirati u vidu konkretnog algoritma za rešavanje nekog posebnog optimizacionog problema, treba očigledno načiniti čitav niz izbora od kojih zavisi efikasnost algoritma. Neki od ovih izbora se vrše na osnovu specifičnosti problema (definicija okoline, način dobijanja početnog rešenja), dok ostali predstavljaju odlike samog algoritma (shema hlađenja, kriterijum zaustavljanja).

Opšte preporuke za formiranje izbora koji obezbeđuju efikasnost implementacije SA su:

- Pomak treba da omogući slučajno generisanje svakog suseda iz okoline $N(x)$ neke tačke x , i to sa istom verovatnoćom $1/|N(x)|$.
- Početno rešenje x_1 se može odrediti ili na slučajan način ili primenom neke specijalno razvijene heuristike.
- Početna temperatura t_1 treba da bude dovoljno velika da u početku omogući savladavanje lokalnih minimuma u blizini početnog rešenja i tako smanji zavisnost krajnjeg rešenja od početnog.
- Shema hlađenja treba da, prema analogiji sa procesom kaljenja, obezbedi dovoljno sporo smanjenje temperature. Najčešće se koristi tzv. geometrijska shema hlađenja. Polazeći od t_1 , temperatura se smanjuje posle svakih L uzastopnih iteracija množenjem nekom konstantom α , $0 < \alpha < 1$. Važi da je $t_n = \alpha^k \cdot t_1$ za $k \cdot L + 1 \leq n \leq (k+1) \cdot L$, $k = 0, 1, \dots$

- Kriterijum zaustavljanja procesa pretraživanja treba da obezbedi da se ono ne završi ni suviše rano, tj. u fazi kada se funkcija cilja još značajno smanjuje, ali ni suviše kasno kad se, usled male temperature, duže vreme ne prihvata ni jedna nova tačka pretraživanja. Zato se SA može prekinuti kada temperatura padne ispod neke zadate minimalne vrednosti, ili kada izvestan broj iteracija protekne bez značajnog smanjenja funkcije cilja ili bez prihvatanja novih tačaka pretraživanja.

Osnovni koncept SK metodologije strogo sledi analogiju sa termodinamičkim procesom kaljenja. Međutim, pri primeni ovog koncepta na konkretne kombinatorne probleme, on je ponekad menjan i prilagođavan specifičnostima samih problema u cilju njihovog što efikasnijeg rešavanja. (Cvetković D. i dr. 1996) [16].

4. REŠAVANJE PROBLEMA RASPOREĐIVANJA PLOVNIH DIZALICA PRIMENOM SIMULIRANOG KALJENJA

Problem raspoređivanja dizalica je izuzetno složen problem kombinatorne optimizacije. Moguće je rešavati ga kao problem matematičkog programiranja za transportne mreže manjih dimenzija.

Drugi način rešavanja problema jeste primena nekog od postojećih heurističkih i metaheurističkih algoritama koji se koriste kao metod traganja za dobrim rešenjima, bliskim optimalnom koji se pronalaze u razumnom računarskom vremenu.

Problem raspoređivanja plovni dizalica rešen je tehnikom simuliranog kaljenja. Ovde će biti navedene karakteristike algoritma zasnovanog na SK metodologiji kojim je rešen posmatrani problem.

Početno rešenje generiše se na slučajan način i predstavlja proizvoljan redosled prirodnih brojeva iz intervala $[1, N+d-1]$, gde je N broj čvorova u mreži a d je broj plovni dizalica ($d > 1$). Niz brojeva $1, \dots, N$ predstavlja čvorove u mreži dok brojevi u nizu $N+1, \dots, N+d-1$ predstavljaju granice između podredosleda čvorova dodeljenih pojedinim dizalicama. Ukupan broj permutacija u prostoru rešenja je $(N+d-1)!$

Slučajnim izborom dve proizvoljne pozicije u početnom rešenju uočava se podniz čvorova između njih a koji uključuje i čvorove na izabranim pozicijama. Izmenom redosleda tih čvorova (poslednji postaje prvi, pretposlednji drugi čvor itd.) u okviru početnog rešenja dobija se susedno rešenje. Skup svih tačaka iz prostora dopustivih rešenja koji se dobijaju na ovakav način naziva se okolina inicijalnog rešenja. Broj tačaka u okolini je $\binom{N+d-1}{2}$ i to je mnogo manji broj u odnosu na broj tačaka u prostoru rešenja.

U ovom radu korišćena je geometrijska shema hlađenja. Parameter α obično se bira iz intervala $[0,8; 0,99]$ (Beasley i dr. 1993) [17]. U razvijenom algoritmu izabrana je vrednost 0,9.

Yang (2008) [18] je predložio da se početna temperatura određuje po formuli $t_j = -\max(\Delta f) / \ln(p_0)$, gde je $\max(\Delta f)$ najveća promena funkcije cilja, a p_0 je zadata verovatnoća. U ovom radu se na slučajan način generiše jedno rešenje i na osnovu njega vrednost kriterijumske funkcije. Zatim se na slučajan način generiše 30 rešenja i na osnovu vrednosti funkcije cilja za taj skup tačaka odredi njeno maksimalno pogoršanje. Vrednost verovatnoće p_0 je 0,8.

Unapred zadatim brojem iteracija na određenoj temperaturi definiše se trenutak dostizanja termalnog ekvilibrijuma (što znači da i posle većeg broja slučajnih perturbacija u rasporedu čestica nije moguće značajno smanjiti energiju) (Bögl i dr. 2010) [19]. Najčešće se postavlja da broj iteracija na jednoj određenoj temperaturi bude proporcionalan veličini okoline. U ovom radu broj iteracija određen je tako što se vrednost $(N+d-1) \cdot (N+d-2)/2$ (broj tačaka u okolini trenutne tačke) množi koeficijentom k uzimajući ceo deo dobijenog broja. Koeficijent k ima vrednost 0,4 u prvoj polovini iteracija koje se odnose na smanjivanje temperature i 0,6 u drugoj polovini iteracija. Time se duže ostaje na nižim temperaturama i detaljnije istražuje lokalni minimum.

U ovom radu kriterijum zaustavljanja zadat je kroz određeni broj smanjenja temperature koje treba izvršiti pomoću opisane geometrijske sheme hlađenja.

Zadato je da broj iteracija bude 100.

5. NUMERIČKI PRIMER

Mogućnosti predloženog algoritma prikazane su kroz primer predstavljen u radu (Drenovac 2012) [20]. Posmatra se mreža unutrašnjih plovni puteva od 12 čvorova i na raspolaganju su 3 plovne dizalice. U tabeli 1 prikazano je moguće početno rešenje. Brojevima 13 i 14 početni redosled svih čvorova deli se na tri dela kojima je određeno koje čvorove i kojim redosledom dizalice obilaze.

Tabela 1: Moguće rešenje posmatranog problema

7	12	11	5	8	13	3	9	4	6	14	10	1	2
<i>I dizalica</i>					<i>II dizalica</i>					<i>III dizalica</i>			

Rešenje koje se dobija primenom algoritma baziranog na tehnici simuliranog kaljenja prikazano je u tabeli 2.

Tabela 2: Rešenje numeričkog primera

4	3	1	2	5	14	11	10	12	9	13	6	8	7
<i>I dizalica</i>					<i>II dizalica</i>					<i>III dizalica</i>			

Isti problem rešavan je genetskim algoritmom (Drenovac 2012) [20], optimizacijom kolonijom pčela (Drenovac i dr. 2009) [21], tabu pretraživanjem (Drenovac i Nedeljković 2012) [22], i heuristikom CLASORD. Dobijeni rezultati su poslužili za poređenje sa rešenjem postignutim predloženim algoritmom kroz vrednost funkcije cilja koje su prikazane u tabeli 3.

Tabela 3: Poređenje rezultata

TS	SA	BCO	GA	CLASORD
749,17 h	749,17 h	749,17 h	761,5 h	773,75 h

Predloženim SA algoritmom postiže se najkraće ukupno vreme opsluge čvorova transportne mreže kao i primenom TS i BCO algoritama.

5. ZAKLJUČAK

U radu je rešavan problem raspoređivanja plovnih dizalica na mesta istovara rasutog tereta na unutrašnjim plovnim putevima. Racionalnim rešenjem raspoređivanja sredstava omogućuje se njihovo bolje iskorišćenje, dok se troškovi koji nastaju usled čekanja punih plovnih objekata smanjuju.

Razvijenim SA algoritmom uspešno je rešen problem raspoređivanja pretovarnih sredstava. Postignuti rezultati upoređeni su sa rešenjem dobijenim BCO, TS, GA metaheuristikama i CLASORD heuristikom.

Ovim radom je nastavljen razvoj sistema za podršku odlučivanju koji su autori u svojim ranijim radovima najavili. Taj sistem bi bio od koristi dispečerima u situacijama kada se dispečeri susreću sa složenim odlukama koje treba da donesu pri rešavanju planiranih zadataka.

LITERATURA

- [1] O'Brien, G. & Crane, R. (1959). The Scheduling of a Barge Line. *Operations Research* 7, 561-570.
- [2] Schwartz, N. L. (1968). Discrete programs for moving known cargos from origins to destinations on time at minimum barge line fleet cost. *Transport Science* 2, 134-145.
- [3] Vukadinović, K. & Teodorović, D. (1994). A fuzzy approach to vessel dispatching problem. *European Journal of Operations Research* 76, 155-164.
- [4] Vukadinović, K., Teodorović, D. & Pavković, G., (1997). A neural network approach to the vessel dispatching problem. *European Journal of Operations Research* 102, 473-487.
- [5] Taylor G.D., Whyte T.C., DePuy G.W. & Drosos D.J. (2005). A simulation-based software system for barge dispatching and boat assignment in inland waterways. *Simulation Modeling Practice and Theory* 13, 550-565.
- [6] Vidović, M. & Vukadinović, K. (2006). Allocation planning of handling devices for barges unloading. *EWGT International Joint Conference Bari, Italy, Proceedings*, 740-747.
- [7] Bjelić N., & Vidović M. (2009). Dinamička alokacija jedne klase pretovarnih sredstava primenom dispečiranja. *Zbornik radova XXXVIII simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2009)*, Ivanjica, 325-328.
- [8] Imai, A., Nishimura, E. & Papadimitriou, S. (2001). The dynamic berth allocation for a container port. *Transport Research B - Methodology* 35, 401-417.
- [9] Crainic, T.G., & Kim, K.H. (2007). *Handbook in Operations Research and Management Science – Volume 14*, poglavlje 8, Elsevier B.V., Netherlands.
- [10] Bjelić N., & Vidović M. (2011). Memetic algorithm for Dynamic Handling Device Allocation Problem. *Zbornik radova SYMOPIS 2011, Zlatibor*, 359-362.
- [11] Bjelić N., Vidović M., & Vukadinović K. (2010). Allocation of handling devices for barges unloading. *International Conference on Logistics and Maritime Systems, Busan, Korea, 2010*.

- [12] Bjelić N., Vidović M. & Ratković B. (2011). Variable Neighborhood Search Algorithm for Gravel Unloading Devices Allocation Problem. Proceedings on CD of the 1st Carpathian Logistics Congress, Podbanske, Republic of Slovakia.
- [13] Metropolis N., Rosenbluth A. W., Rosenbluth M. N., Teller A. H. & Teller E. (1953). Equations of State Calculations by Fast Computing Machines. *Journal of Chemical Physics*, Vol.21, 1087-1092.
- [14] Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D. & Vecchi, M. P. (1983). Optimization by simulated annealing. *Science*, Vol.220, 671–680.
- [15] Cerny, V. (1985). A Thermodynamical approach to the travelling salesman problem: An efficient simulation algorithm. *Journal of Optimization Theory and Applications*, Vol.45, 41–51.
- [16] Cvetković D. Čangalović M., Dugošija Đ., Kovačević-Vujčić V. & Simić S. (1996). *Kombinatorna optimizacija, Društvo operacionih istraživača Jugoslavije – DOPIS*.
- [17] Beasley, J., Dowsland, K., Glover, F., Laguna, M., Peterson, C., Reeves, C. & Soderberg B. (1993). *Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems*. (ed. by Reeves). Halsted Press.
- [18] Yang X. S. (2008). *Introduction to mathematical optimization from LP to metaheuristics*. Cambridge International Science Publishing.
- [19] Bögl M., Zäpfel G., & Braune R. (2010). *Metaheuristic search concepts*, Springer -Verlag Berlin Heidelberg.
- [20] Drenovac D. (2012). Raspoređivanje plovnih dizalica na istovarna mesta rasutog tereta na unutrašnjim plovnim putevima primenom genetskog algoritma. *YU INFO 2012, Kopaonik*.
- [21] Drenovac, D., Jaćimović, J. & Vukadinović K. (2009). Raspoređivanje plovnih dizalica primenom Optimizacije kolonijom pčela na unutrašnjim plovnim putevima. *Zbornik radova XXXVI simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYMOPIS 2009), Zlatibor, 307-310*.
- [22] Drenovac D. & Nedeljković R. (2012). Raspoređivanje plovnih dizalica na unutrašnjim plovnim putevima: tehnika tabu pretraživanja. *Zbornik radova XXXIX simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYMOPIS 2012), Tara, 557-560*.



PROJEKTOVANJE MREŽE LINIJA JAVNOG GRADSKOG PREVOZA PRIMENOM OPTIMIZACIJE KOLONIJOM PČELA

PUBLIC TRANSIT NETWORK DESIGN BY BEE COLONY OPTIMIZATION

MILOŠ NIKOLIĆ, DUŠAN TEODORVIĆ

Saobraćajni fakultet, Beograd, m.nikolic@sf.bg.ac.rs, dusan@sf.bg.ac.rs

Abstrakt: U radu je razmatran problem projektovanja linija javnog gradskog prevoza putnika. Za rešavanje problema je korišćena metaheuristika Optimizacija kolonijom pčela. Predložena heuristika je testirana na benčmark primeru. Dobijeni rezultati ukazuju da predloženi algoritam daje veoma kvalitetna rešenja.

Gljučne reči: Projektovanje mreže linija, Optimizacija kolonijom pčela.

Abstract: In this paper we consider public network design problem. We have used Bee Colony Optimization metaheuristics to solve this problem. Proposed heuristic has been tested on the benchmark example. Obtained results show that algorithm can produce high quality solution.

Keywords: Transit network design, Bee Colony Optimization.

1. UVOD

Problem projektovanja linija javnog gradskog prevoza putnika je izuzetno važan, kako sa aspekta korisnika, prevoza, tako i sa aspekta prevoznika. Interesi putnika i prevoznika su uglavnom u suprotnosti. Putnici žele najviši mogući nivo transportnih usluga (kratko vreme čekanja vozila, kratko vreme putovanja, nizak nivo popunjenosti vozila, i dr.), dok prevoznik najčešće teži minimizaciji troškova.

Problem određivanja skupa linija pripada grupi NP teških problema. Iz tog razloga je, za rešavanje ovog problema, razvijen veliki broj različitih heurističkih algoritama. Prvi heuristički algoritam za razmatrani problem je predložen u radu [4]. Različiti heuristički algoritmi predloženi su i u većini drugih radova koji se bave projektovanjem linija javnog gradskog prevoza putnika: [1], [2], [6] i dr. Predloženi algoritam za rešavanje problema projektovanja linija Mandl [7] je testirao na primeru koji je kasnije koristila većina autora pri testiranju kvaliteta svojih rešenja. U ovom radu je takođe korišćen Mandl-ov primer za testiranje predloženog heurističkog algoritma.

Rad je organizovan na sledeći način. U sekciji 2 je dat opis problema. Opis metaheuristike Optimizacija kolonijom pčela je predstavljen u sekciji 3. U sekciji 4 je opisan način rešavanja problema projektovanja linija primenom Optimizacije kolonijom pčela. Testiranje preloženog algoritma je urađeno u sekciji 5. U sekciji 6 su data zaključna razmatranja.

2. OPIS PROBLEMA

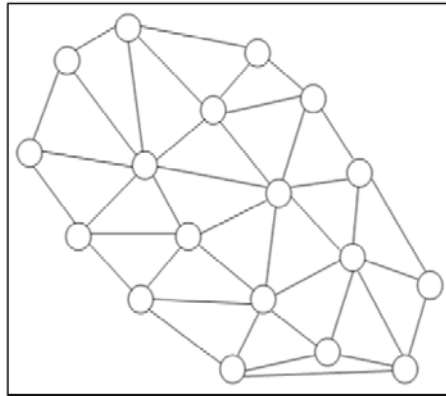
Uočimo mrežu prikazanu na slici 1. Data mreža se može predstaviti grafom $G = (N, A)$, gde N predstavlja skup čvorova, a A skup linkova. Čvorovi mreže u posmatranom problemu mogu predstavljati autobuske stanice. Grane predstavljaju delove saobraćajnica koji povezuju stanice. U ovom radu će se podrazumevati da je graf G neorijentisan. Put u grafu između dva čvora može se predstaviti nizom čvorova i grana. Podrazumeva se da je između svaka dva čvora u grafu moguće pronaći put, tj. da je graf G povezan.

Označimo sa D izvorno-ciljnu matricu, čiji element d_{ij} predstavlja broj putovanja od stanice i do stanice j :

$$D = \{d_{ij} \mid i, j \in [1, 2, \dots, |N|]\} \quad (1)$$

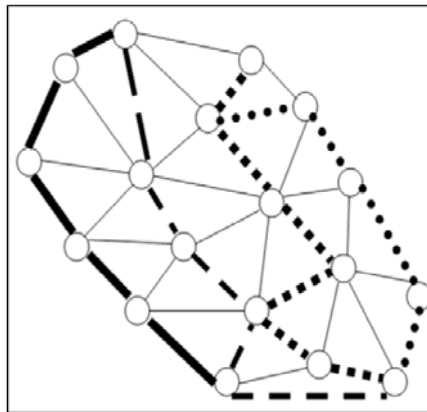
Pod rastojanjem između dva čvora grafa G u radu se podrazumeva vreme putovanja, tako da tr_{ij} predstavlja vreme putovanja od čvora i do čvora j . Sa TR je označena matrica vremena putovanja u mreži:

$$TR = \{tr_{ij} \mid i, j \in [1, 2, \dots, |N|]\} \quad (2)$$



Slika 1. Mreža

U grafu G koji je okarakterisan izvorno-ciljnom matricom D i matricom vremena putovanja TR , treba projektovati skup linija javnog prevoza (Slika 2). Svaki predloženi skup linija pruža korisnicima određeni nivo usluge. Kao najvažniji pokazatelj kvaliteta skupa linija, u ovom radu je korišćeno ukupno vreme putovanja svih putnika. Ovo vreme se sastoji od vremena koje putnici provedu u vozilu i dodatnih penala u slučaju presedanja putnika na putu od početne do krajnje stanice. U većini radova koji se bave problematikom projektovanja mreže linija, autori su definisali da penalizacija zbog presedanja svakog putnika iznosi 5 minuta. Takođe se u nekim radovima definiše maksimalno dozvoljeni broj presedanja. U slučaju da je putnicima prilikom putovanja između dve stanice potrebno da obave veći broj presedanja od maksimalno dozvoljenog broja presedanja, smatra se da nisu opsluženi.



Slika 2. Mreža linija

3. OPTIMIZACIJA KOLONIJOM PČELA

Optimizacija kolonijom pčela (Bee Colony Optimization - BCO) je metaheuristika koju su prvi put predstavili Lučić i Teodorić u radu [5]. Nakon toga ova metaheuristika je uspešno korišćena za rešavanje većeg broja različitih problema.

U radu [3] je prvi put predstavljen koncept BCO metaheuristike u kome pčele letovima pokušavaju da poboljšaju rešenje.

Parametri koji treba da se definišu pre korišćenja metaheuristike su:

B - broj pčela koje vrše pretragu, IT - broj iteracija,

NP - broj letova unapred i unatrag u svakoj iteraciji,

NC - broj promena u svakom letu unapred, a kao rezultat izvršavanja algoritma se dobija:

S - najbolje otkriveno rešenje.

Pseudo kod BCO metaheuristike može se predstaviti na sledeći način:

procedure $BCOi$ (in B , IT , NP , NC , out S)

for $i = 1$ to B **do**

 Odrediti pocetno rešenje pčele i .

 Izvršiti vrednovanje rešenja pčele i .

$S \leftarrow$ sačuvati najbolje rešenje od svih pčela.

for $j = 1$ to IT **do**

```

for  $i = 1$  to  $B$  do
  pčela  $i \leftarrow$  postaviti početno rešenje.
for  $k = 1$  to  $NP$  do
  for  $i = 1$  to  $B$  do
    for  $r = 1$  to  $NC$  do
      Izvrednovati moguće promene rešenja pčele  $i$ .
      Uzimajući u obzir vrednosti mogućih promena odabrati jednu.
    for  $i = 1$  to  $B$  do
      Odrediti kvalitet rešenja pčele  $i$ .
    for  $i = 1$  to  $B$  do
      Doneti odluku da li je pčela  $i$  lojalna.
    for  $i = 1$  to  $B$  do
      if pčela  $i$  nije lojalna then
        Odabrati jednu od lojalnih pčela koju će pčela  $i$  da prati.
  if najbolje rešenje svih pčela bolje od rešenja  $S$  then
     $S \leftarrow$  sačuvaj najbolje rešenje pčela.

```

4. REŠAVANJE PROBLEMA PROJEKTOVANJA LINIJA JAVNOG GRADSKOG PREVOZA PRIMENOM OPTIMIZACIJE KOLONIJOM PČELA

Za rešavanje problema projektovanja linija javnog gradskog prevoza putnika u ovom radu je korišćena metaheuristika Optimizacija kolonijom pčela sa konceptom poboljšanja rešenja. Za generisanje početnog rešenja koje će se kasnije, kroz letove pčela, poboljšavati korišćen je jednostavan heuristički algoritam.

Za svaki par čvorova moguće je odrediti liniju javnog prevoza koju bi činile stanice koje se nalaze na najkraćem putu između u posmatranog para čvorova. Pretpostavimo da je za par čvorova (i, j) određena linija l kao najkraći put od terminala i do terminala j . Stanice koje su povezane linijom l čine elemente skupa N_l . Ukoliko linija l zadovoljava uslove da bude linija na posmatranoj mreži (neka od ograničenja mogu da budu: linija ne sme da bude kraća (ili duža) od određene vrednosti, broj stanica koje linija opslužuje ne sme da bude manji od nekog unapred definisanog broja, i dr.), onda se broj putnika koji mogu da dobiju opslugu bez presedanja duž ove linije može odrediti kao:

$$ds_{ij} = \sum_{m \in N_l} \sum_{n \in N_l} d_{mn} \quad (3)$$

Označimo sa DS matricu čiji su elementi ds_{ij} , tj.

$$DS = \{ds_{ij} \mid i, j \in [1, 2, \dots, |N|]\} \quad (4)$$

Heuristički algoritam za određivanje početnog rešenja se sastoji iz sledećih koraka:

Korak 1: Definisati potreban broj autobuskih linija NBL koji je potrebno projektovati za posmatranu mrežu. Označimo skup autobuskih linija sa Y . Postaviti da je $Y = \square$. Neka je $m = 1$.

Korak 2: Odrediti par čvorova između u kojih je moguće postaviti direktnu liniju, a čija je vrednost ds_{ij} najveća. Neka je to par čvorova (a, b). Čvorovi a i b su terminali nove linije l . Naći najkraći put u mreži između u ova dva čvora. Čvorovi koji pripadaju najkraćem putu predstavljaju stanice autobuske linije. Dodati liniju l u skup Y .

Korak 3: Odrediti vrednosti matrice DS ne uzimajući u obzir zahteve za putovanjima koji su već zadovoljeni.

Korak 4: Ako je $m = NBL$, završiti sa algoritmom; u suprotnom postaviti da je $m = m + 1$ i vratiti se na Korak 2.

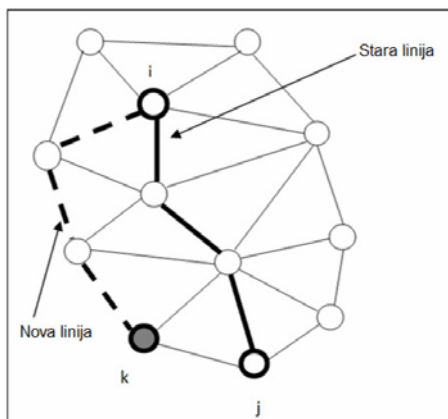
Za vršenje pretrage dopustivog skupa rešenja u radu su korišćena dva tipa pčela. Tipovi pčela se razlikuju samo po načinu na koji vrše modifikaciju rešenja koje poseduju pri letu unapred. Pčela tipa 1, modifikuje postojeće rešenje tako što sa verovatnoćom

$$p_l = \frac{1}{ds_{ij}} \quad (5)$$

bira jednu liniju iz skupa svih linija, a zatim određuje koji će terminal da zadrži. Preostale stanice i terminal koji nije izabran se isključuju iz linije. Novi terminal se bira na slučajnan način. Verovatnoća izbora k-tog čvora za novi terminal je jednaka:

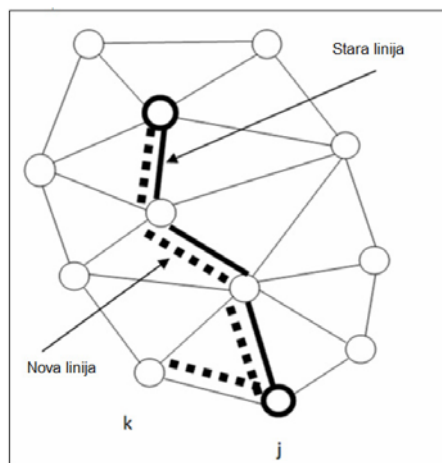
$$P_k = \frac{ds_{ik}}{\sum_{r \in N} ds_{ir}} \quad (6)$$

Novu liniju čine sve stanice koje se nalaze na najkraćem putu između u dva terminala (Slika 3).



Slika 3. Modifikovanje rešenja pčele tipa 1

Pčela tipa 2 modifikuje rešenje tako što odabere jednu liniju na isti način kao i pčela tipa 1, a zatim tu liniju produžava ili skraćuje. Na osnovu unapred definisane verovatnoće se određuje da li će linija da bude produžena ili skraćena. Ukoliko liniju treba skratiti, na slučajnan način se iz linije isključuje početna ili krajnja stanica, a ako liniju treba produžiti, na slučajnan način se bira jedna od stanica koja ne pripada posmatranoj liniji a susedna je terminalima (Slika 4).



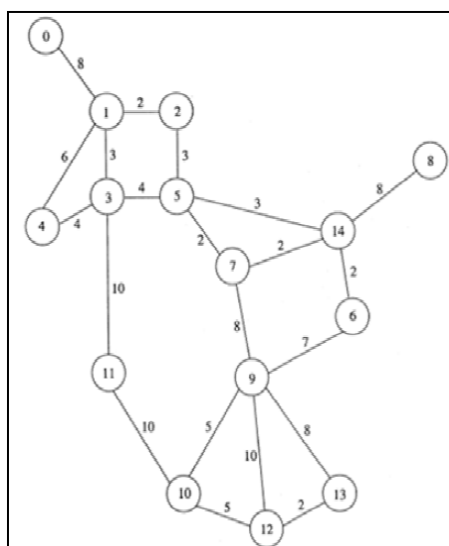
Slika 4. Modifikovanje rešenja pčele tipa 2

5. TESTIRANJE

Testiranje predloženog algoritma je izvršeno na Mandlovom primeru. Mreža za koju je potrebno odrediti linije je prikazana na Slici 5. Mreža se sastoji od 15 čvorova, a na linkovima su date vrednosti vremena putovanja. Za penal po jednom presedanju je uzeta vrednost od 5 minuta, i definisano je da linije ne mogu da imaju veći broj stanica od 8.

Za rešavanje predloženog algoritma korišćeni su sledeći ulazi za BCO metaheuristiku: ukupan broj pčela $B=10$, broj letova $NP = 5$, broj promena po letu $NC = 2$, ukupan broj iteracija $IT = 400$.

Rezultati primene predloženih algoritama su prikazani u Tabeli 1. U cilju poredenja kvaliteta dobijenih rešenja u tabeli su takođe prikazani i rezultati drugih autora.



Slika 5. Mandlova mreža

Može se uočiti da kada je trebalo odrediti četiri linije heuristika za generisanje početnog rešenja nije uspela da nađe rešenje kojim bi svi putnici bili opsluženi. Međutim, i u tom slučaju radi se o relativno malom boju putnika. U ostalim slučajevima heuristika je dala kvalitetna rešenja, u poređenju sa rešenjima koja su dobili drugi autori.

BCO metaheuristika je dala izuzetno dobre rezultate pri rešavanju posmatranog primera. Tako, na primer, BCO algoritam je u 2 od 4 slučajeva našao rešenje koje ima bolje prosečno vreme putovanja po putniku, uz procenat prevoza bez presedanja koji je bolji od prethodnih rezultata (u tri slučajeva).

Tabela 1. Poređ enje rezultata sa rezultatima iz prethodnih radovima

Number of routes	Parameters	Mandl (1979)	Baaj and Mahmassani (1991)	Kidwai (1998)	Chakroborty and Dwivedi (2002)	Fan and Mumford (2008)	Algoritam za generisanje pocetnog resenja	BCO
4	d ₀	69.94	N	72.95	86.86	93.26	80.47	92.1
	d ₁	29.93	N	26.92	12	6.74	12.33	7.19
	d ₂	0.13	N	0.13	1.14	0	0.51	0.71
	dun	0	N	0	0	0	6.68	0
	ATT	12.9	N	12.72	11.9	11.37	10.22	10.51
6	d ₀	N	78.61	77.92	86.04	91.52	87.73	95.63
	d ₁	N	21.39	19.68	13.96	8.48	11.75	4.37
	d ₂	N	0	2.4	0	0	0.51	0
	dun	N	0	0	0	0	0	0
	ATT	N	11.86	11.87	10.3	10.48	11.03	10.23
7	d ₀	N	80.99	93.91	89.15	93.32	90.62	98.52
	d ₁	N	19.01	6.09	10.85	6.36	8.86	1.48
	d ₂	N	0	0	0	0.32	0.51	0
	dun	N	0	0	0	0	0	0
	ATT	N	12.5	10.69	10.15	10.42	10.57	10.15
8	d ₀	N	79.96	84.73	90.38	94.54	91.91	98.97
	d ₁	N	20.04	15.27	9.62	5.46	7.58	1.03
	d ₂	N	0	0	0	0	0.51	0
	dun	N	0	0	0	0	0	0
	ATT	N	11.86	11.22	10.46	10.36	10.47	10.09

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Određivanjem oblika mreže linija javnog gradskog prevoza putnika značajno se utiče na nivo kvaliteta usluge koji se nudi korisnicima. U cilju projektovanja mreže linija koji će korisnicima da omogući visok kvalitet usluge, u radu je razvijen algoritam zasnovan na metaheuristici Optimizacija kolonijom pčela. Za dobijanje početnog rešenja, koje nakon toga pčele teže da unaprede, predložen je jednostavni heuristički algoritam.

Predloženi algoritmi su testirani na Mandl-ovom primeru. Testiranja su vršena za različit broj zadatih ruta. Rezultati dobijeni heuristikom za generisanje početnog rešenja su veoma kvalitetni, uzimajući u obzir broj presedanja i prosečno vreme putovanja. Dobijene početne rute su poboljšavane BCO algoritmom. BCO algoritam je uspeo da unapredi kvalitet početnih rešenja. Takođe, u dva od četiri primera je postignuto da vreme putovanja bude kraće od do sada poznatih u literaturi.

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije kroz projekat TR 36002, za period 2011 - 2014.

LITERATURA

- [1] Baaj, M.H., Mahmassani, H.S. (1995). Hybrid Route Generation Heuristic Algorithm for the Design of Transit Networks. *Transportation Research C*, 3 (1), 31-50.
- [2] Chakroborty, P. (2003). Genetic algorithms for optimal urban transit network design. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 18, 184-200.
- [3] Davidović, T., Ramljak, D., Šelmić, M., Teodorović, D. (2011). Bee colony optimization for the p-center problem. *Computers & Operations Research*, 38, 1367- 1376.
- [4] Lampkin and Saalmans (1967), The Design of Routes Service Frequencies and Schedules for Municipal Bus Undertaking: A Case Study. *Operational Research Quarterly*, 18, 4, 375-397.
- [5] Lučić, P., Teodorović, D. (2001). Bee system: modeling combinatorial optimization transportation engineering problems by swarm intelligence. In: Preprints of the TRISTAN IV Triennial Symposium on Transportation Analysis, Sao Miguel, Azores Islands, Portugal, 441–445.
- [6] Kidwai, F.A. (1998). Optimal design of bus transit network: a genetic algorithm based approach. Phd. dissertation, Indian Institute of Technology, Kanpur, India.
- [7] Mandl, C E. (1979). Evaluation and Optimization of Urban Public Transportation Network. *European Journal of Operational Research*, 5, 396-404.



REŠAVANJE P -HAB LOKACIJSKOG PROBLEMA PRIMENOM OPTIMIZACIJE KOLONIJOM PČELA

SOLVING P -HUB LOCATION PROBLEM USING BEE COLONY OPTIMIZATION METAHEURISTIC

MILICA ŠELMIĆ, IVANA VUKIĆEVIĆ, DUŠAN TEODOROVIĆ

Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet {m.selmic; i.vukicevic; dusan}@sf.bg.ac.rs

Rezime: *Habovi služe kao tačke transfera na transportnim i komunikacionim mrežama. U ovom radu je rešavan p -hab problem primenom Optimizacije kolonijom pčela. Izvršena numerička testiranja na realnim podacima ukazala su da predložena metaheuristika može da generiše veoma dobra rešenja u okviru prihvatljivog vremena rada računara.*

Ključne reči: *p -Hab, Metaheuristički algoritmi, Optimizacija kolonijom pčela*

Abstract: *Hub facilities serve as switching and transshipment points in transportation and communication networks. In this papert the p -hub problem is solved by the metaheuristic approach Bee Colony Optimization. The performed numerical experiments on real data showed that it was possible to obtain high-quality solutions in a reasonable CPU times.*

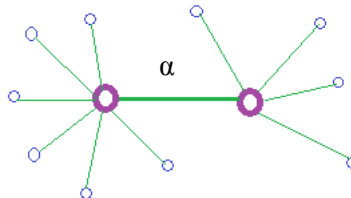
Keywords: *p -Hub, Metaheuristics, Bee Colony Optimization*

1. UVOD

Hab lokacijski problemi su postali veoma važna oblast teorije lokacije u poslednjih dvadeset godina. Ovo je uzrokovano u velikoj meri zbog korišćenja mreže habova u modernim transportnim i telekomunikacionim sistemima. P -hab problemi spadaju u NP-teške probleme. Upravo sa ciljem rešavanja ovakvog tipa problema, u radu je predložena metaheristika Optimizacija kolonijom pčela kao podesan alat za rešavanje. Izvršena su numerička testiranja na realnim podacima preuzetim iz Turske mreže. Dobijeni rezultati su ukazali da predložena metaheuristika može da generiše veoma dobra rešenja u okviru prihvatljivih vremena rada računara.

2. MATEMATIČKA FORMULACIJA

Reč hab označava objekat u kome se vrši transfer putnika (promena aviona, promena vida transporta itd.) ili pretovar robe (pretovar pismonosnih pošiljki i paketa iz manjih u veće avione, pretovar robe iz kamiona u brodove itd.). Sistem habova omogućava operacije većih saobraćajnih sredstava sa većom frekvencijom operacija između habova i nižim troškovima po jednom prevezenom putniku ili jedinici transportovane robe. Sa druge strane vreme transporta putnika i robe do željenog odredišta je duže (Teodorović, 2007).



Slika 1: Primer hab mreže sa jednostrukim alokacijama

U hab lokacijskim problemima se koriste sledeće oznake:

W_{ij} - broj jedinica toka između čvora i i čvora j ,

C_{ij} - jedinični transportni troškovi između čvora i i čvora j ,

α - faktor sniženja transportnih troškova u slučaju transporta između habova,

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ukoliko hab lociran u čvoru } j \text{ opslužuje klijente iz čvora } i \\ & \text{u suprotnom.} \end{cases} \quad (1)$$

Veoma je važno istaći da su zbog veće frekvencije operacija između habova i zbog korišćenja većih saobraćajnih sredstava, jedinični transportni troškovi duž grana koje povezuju habove znatno niži od jediničnih troškova duž grana koje povezuju ostale čvorove sa habovima. Ova razlika u troškovima duž pojedinih grana je izražena kroz faktor sniženja transportnih troškova α . Veći broj autora je predložio matematičku formulaciju problema lociranja habova. U ovom radu koristimo matematičku formulaciju koju je predložio *O'Kelly (1987)* za problem p -hab medijana sa šemom jednostrukog alociranja:

$$\min \sum_i \sum_j W_{ij} \left(\sum_k X_{ik} C_{ik} + \sum_m X_{jm} C_{jm} + \alpha \sum_k \sum_m X_{ik} X_{jm} C_{km} \right) \quad (2)$$

Uz ograničenja:

$$(n - p + 1)X_{kk} - \sum_i X_{ik} \geq 0 \quad \forall k \quad (3)$$

$$\sum_k X_{ik} = 1 \quad \forall i \quad (4)$$

$$\sum_k X_{kk} = p \quad (5)$$

$$X_{ik} \in \{0,1\} \quad \forall i, \forall k \quad (6)$$

Kriterijumska funkcija koja se minimizira predstavlja ukupne troškove. Tok između bilo koja dva čvora u mreži i i j prolazi na svom putu kroz najviše dva haba. Ograničenje (3) obezbeđuje da nijedan čvor nije dodeljen habu ukoliko na toj lokaciji nije otvoren hab. Ovo ograničenje može da se zameni sa:

$$X_{ij} \leq X_{jj} \quad \forall i, \forall j \quad (7)$$

Ograničenje (5) ukazuje da na mreži treba da postoji ukupno p objekata. Svaki čvor treba da bude dodeljen jednom habu, što pokazuju ograničenja (4) i (6).

3. OPTIMIZACIJA KOLONIJOM PČELA

Optimizacija kolonijom pčela (*Bee Colony Optimization-BCO*) je metaheuristika, prvi put predstavljena u radovima *Lučić i Teodorović (2001, 2003)*, koja pripada klasi algoritama inspirisanih pojavama u prirodi. Osnovna inspiracija za razvoj ove metaheuristike je nastala iz ponašanja pčela prilikom traganja za nektarom. Suštinski koncept na koji se BCO oslanja je da se izgradi više-agentni sistem, kolonija veštačkih pčela, koji je sposoban da efikasno rešava teške optimizacione probleme kombinatorne prirode. Veštačke pčele su u velikoj meri slične pčelama u prirodi.

BCO je do sada bila korišćena kao alat za rešavanje brojnih kompleksnih, kombinatornih realnih problema. Pokazalo se da metaheuristika poseduje sposobnost da pronađe visoko kvalitetna rešenja kada su u pitanju teški kombinatorni problemi, a sve to u prihvatljivom vremenu rada računara. BCO je stohastička tehnika, u kojoj postoji slučajna pretraga polja dopustivih rešenja. Tokom evolucije BCO algoritma razvile su se dve varijante, konstruktivna (rešenje se gradi iterativno kroz algoritamske korake) i varijanta zasnovana na poboljšavanju kompletnog rešenja kroz iteracije (*Teodorović i Šelmić, 2012*).

Parametri algoritma čije vrednosti moraju biti definisane pre početka izvršavanja algoritma su:

B - broj pčela u košnici (broj pčela koje učestvuju u pretrazi);

NC – broj koraka koji konstruišu ili poboljšavaju rešenje tokom jednog leta unapred.

Sledi pseudokod BCO algoritma:

Dok se ne zadovolji uslov zaustavljanja izvršavati:

1. Inicijalizacija: svaka pčela predstavlja jedno (potencijalno prazno) rešenje;
2. $Za (\kappa = 0; \kappa < NC, \kappa ++)$ // brojač koraka;

// počnje let unapred;

i. $Za (b = 0; b < B, b ++)$

- Evaluirati sve moguće (konstruktivne) korake;
- U zavisnosti od evaluacije, izabrati jedan korak koristeći model izbora pomoću rueta;

//počinje let unazad;

ii. $Za (b = 0; b < B, b ++)$

- Evaluirati (parcijalna/kompletna) rešenja za svaku pčelu b ;

iii. $Za (b = 0; b < B, b ++)$

- Odluka o lojalnosti za svaku pčelu koristeći model izbora pomoću ruleta;
 - iv. $Za (b = 0; b < B, b ++)$
 - Za svaku od neopredeljenih pčela izabrati (pomoću ruleta) jednu iz skupa opredeljenih koju će nastaviti da sledi u novom letu unapred;
3. Evaluirati sva rešenja i zapamtiti najbolje do tada.

4. REŠAVANJE P-HUB PROBLEMA PRIMENOM OPTIMIZACIJE KOLONIJOM PČELA

U radu je korišćena metaheuristika Optimizacija kolonijom pčela prilagođena za rešavanje p -hab lokacijskog problema sa šemom jednostrukog alociranja. Zbog prirode samog problema koji je rešavan, autori su se odlučili da koriste varijantu BCO u kojoj se vrši modifikovanje i poboljšavanje kompletnog rešenja kroz iteracije. Kriterijumska funkcija koja se minimizira predstavlja ukupne troškove transporta. Tok između bilo koja dva čvora u mreži i i j prolazi na svom putu kroz najviše dva haba.

Prva faza predstavlja preprocesiranje i realizuje se *off line*. Svaki element matrice W_{ij} se množi sa odgovarajućim elementom matrice C_{ij} i na taj način se dobija matrica $W_{ij} \times C_{ij}$ koja predstavlja ukupne troškove transporta između čvorova. Zatim se vrši sumiranje po vrstama matrice $\sum_i C_{ij} W_{ij}$.

Druga faza je *on line* i podrazumeva izvršavanje svih algoritamskih koraka. U ovoj verziji rada autori su odlučili da svaki čvor ima svoju karakteristiku koja predstavlja trošak po jedinici toka. Na osnovu 'koristi' V_i pčele biraju čvorove u kojima će locirati habove. Koristi V_i se izračunavaju kao:

$$V_i = \frac{\sum_j W_{ij}}{\sum_i C_{ij} W_{ij}} \quad (8)$$

U okviru varijante BCO kod koje se kompletno rešenje kroz iteracije popravlja, prvi korak je izbor inicijalnog kompletnog rešenja. U ovom radu je inicijalno rešenje generisano na sledeći način:

- a) Na slučajan način izabrati p habova. Pri odabiru čvorova od strane pčela treba voditi računa o tome da pčela ne bira onaj čvor koji se već nalazi u kompletnom rešenju te pčele.
- b) Za svaki čvor se određuje verovatnoća da će biti izabran od strane pčele na sledeći način:

$$p_i = \frac{V_i}{\sum_i V_i}, \quad i=1, \dots, n. \quad (9)$$

Po izračunavanju verovatnoća da će pčela izabrati i -ti čvor, pristupa se izvlačenju slučajnih brojeva i određivanju čvorova koje su pojedine pčele odabrale za habove.

Nakon određivanja čvorova koji postaju habovi vrši se alociranje svih ``nehab`` čvorova. Alokacija se vrši tako sto se iz matrice $W_{ij} \times C_{ij}$ svaki nehab dodeljuje habu koji ima najmanju vrednost $c_{ij} \times w_{ij}$

Označimo sa $C_i (i=1, 2, \dots, b)$ ukupne troškove transporta koji se generišu u rešenju i -te pčela. Izvršimo normalizaciju veličine C_i . Označimo sa O_i normalizovanu vrednost ukupnog troška C_i :

$$O_i = \frac{C_{\max} - C_i}{C_{\max} - C_{\min}}, \quad O_i \in [0,1] \quad i = \overline{1, B} \quad (10)$$

gde su respektivno C_{\min} i C_{\max} najmanja i najveća vrednost ukupnog troška.

Za svaku od pčela koje su učestvovala u procesu pretrage vrši se izračunavanje verovatnoća da će pčela biti lojalna svom dosadašnjem parcijalnom rešenju:

$$p_i^{u+1} = e^{-\frac{O_{\max} - O_i}{u}}, \quad i = 1 \dots B \quad (11)$$

gde je u broj leta unapred.

U slučaju kada na početku $u+1$ leta unapred pčela ne želi da sledi svoje do tada otkriveno rešenje, ona postaje neopredeljena. U ovom radu je pretpostavljeno da se neopredeljene pčele opredeljuju da slede neku od lojalnih pčela u novom letu unapred po formuli:

$$p_b = \frac{O_b}{\sum_{k=1}^R O_k}, \quad b = 1, 2, \dots, R \quad (12)$$

gde je p_b verovatnoća da će b -ta opredeljena pčela biti odabrana od strane neopredeljene pčele, a R broj opredeljenih pčela. U novom letu unapred svaka neopredeljena pčele kopira kompletno rešenje ostvareno od strane izabrane lojalne pčele.

Na početku novog leta unapred sve pčele menjaju neke od već izabranih habova sa novim. Na taj način se modifikuje kompletno rešenje, sa ciljem da se pronađe sto bolje (optimalno) konačno rešenje. Postupak modifikovanja rešenja je sledeći:

- a) Na slučajan način se vrši izbor broja habova q koji će biti zamenjeni u rešenju, $q=1, 2..p$
- b) Vršiti se izbor q konkretnih habova koji će biti izbačeni iz rešenja svake pčele, kao i q nehabova koji će ih zameniti. Pomoću formule (8), (9) i modela izbora pomoću ruleta određuju se ovi čvorovi.

5. NUMERIČKI PRIMERI

Predloženi algoritam je testiran na numeričkim primerima koji se odnose na mrežu Turske (http://ie.bilkent.edu.tr/~bkara/hub_location.php). Autori rada su nad ovim podacima paralelno primenili BCO algoritam i CPLEX. Mreža, originalno, sadrži 81 čvor, ali je za potrebe preliminarnih testiranja koišceno samo prvih 10 i 11 čvorova. Razlog za ovo ograničenje leži u tome što je CPLEX uspeo optimalno da reši problem za maksimalno 11 čvorova, pri čemu je bilo ograničeno vreme rada računara na 30min. Tokom testiranja su dobijeni izuzetno dobri rezultati. Ovi rezultati su prikazani u Tabeli 1. Vreme rada računara koje je potrebno da se dođe do optimalnog rešenja je veoma kratko. Parametri BCO algoritma su: broj iteracija je 100, broj pčela 5. Testiranje je izvršeno na računaru Intel Pentium Dual CPU T2370; 1,73 GHz; 2038 RAM

Tabela 1: Poređenje rezultata BCO i Cplex

		Broj habova								
		p=2				p=4				
		$\alpha=0,2$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,6$	$\alpha=0,8$	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,6$	$\alpha=0,8$	
Broj čvorova	10	Cplex	540411,6	565301,4	590191,3	615081,1	382648,3	459175,7	535703,1	606824,3
		CPU (s)	8,128	68,765	158,075	268,93	35,443	144,091	270,084	325,8
		BCO	540411,6	565301,4	590191,3	615081,1	382648,3	459175,7	535703,1	606824,3
		CPU (s)	0.458	0.4251	0.378	0.402	0.613	0.684	0.591	0.611
	11	Cplex	588109,1	613409,8	638710,4	664011	427615,9	505236,6	582857,3	655513,2
		CPU (s)	123,116	273,9261	391,3678	851,2563	457,7	632,125	1152,052	1792,563
		BCO	588109,1	613409,8	638710,4	664011	427615,9	505236,6	582857,3	655513,2
		CPU (s)	0.874	0.893	0.822	0.910	0.995	0.968	0.985	1.002

Primena BCO na prikazani problem je dala optimalne rezultate u svim testiranim primerima.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je ponuđen novi pristup rešavanja lokacije p habova primenom metaheuristike Optimizacija kolonijom pčela. Predloženi algoritam je u velikoj meri inspirisan ponašanjem pčela u prirodi i principima kolektivne inteligencije. Prikazana metaheuristika je testirana na realnim primerima. Algoritam je generisao optimalne rezultate za sve test primere, a u veoma kratkom vremenskom roku. Dobijeni rezultati pokazuju da razvoj novih modela baziranih na principima veštačke inteligencije može u velikoj meri doprineti rešavanju složenih lokacijskih problema.

LITERATURA

- [1] Teodorović, D., Transportne mreže. (2007) Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd
- [2] Lučić, P., & Teodorović, D. (2001) Bee System: Modeling Combinatorial Optimization Transportation Engineering Problems by Swarm Intelligence, Preprints of the TRISTAN IV Triennial Symposium on Transportation Analysis, Sao Miguel, Azores Islands, Portugal, 441-445.
- [3] Lučić, P., & Teodorović, D. (2003) Computing with Bees: Attacking Complex Transportation Engineering Problems. International Journal on Artificial Intelligence Tools, 12 (3) 375-394.
- [3] Teodorović, D., & Šelmić, M. Računarska inteligencija u saobraćaju. Saobraćajni fakultet, Beograd. 2012.

- [4] O'Kelly, M.E. (1987) A quadratic integer program for the location of interacting hub facilities. *European Journal of Operational Research* 32, 393–404.



TRANSPORT U LANCIMA SNBDEVANJA SA PRIMENOM U SOTVERU AIMMS

TRANSPORT IN SUPPLY CHAIN WITH EXAMPLE IN THE AIMMS SOFTWARE

JASENKA ĐIKANOVIĆ¹, MIRKO VUJOŠEVIĆ²

¹ Vojvođanska banka A.D, Novi Sad, djikanovic3@hotmail.com

² Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, mirkov@fon.bg.ac.rs

Rezime: Efikasnost kretanja proizvoda određena je funkcionisanjem transporta. Kretanje tereta, brzina isporuke i kvalitet usluga poboljšavaju se napredovanjem tehnike i principa upravljanja lancem snabdevanja. Transport ima veoma kompleksnu ulogu u lancu snabdevanja i zahteva upravljanje visokog kvaliteta. Uz pomoć dobro vođenog transportnog sistema, proizvode je moguće dostaviti u pravo vreme na pravo mesto, a u cilju zadovoljenja zahteva potrošača. U ovom radu predstaviće se odnosi između lanca snabdevanja i transporta, odnosno definišaće se uloga transporta u lancu snabdevanja. U radu će se razmatrati problem transporta sa primerom rešavanja jednostavnijeg transportnog problema korišćenjem softverskog paketa AIMMS.

Ključne reči: Transport, lanci snabdevanja, upravljanje lancima snabdevanja, softver AIMMS.

Abstract: The efficiency of the product movement is determined by the transport operations. Cargo movements, delivery speed and quality of services could be improved by the progression of supply chain management techniques and principles. Transport has a complex role in the supply chain and it demands high quality management. Helped by the properly managed transport, products can be delivered at the right time and right place in order to meet consumer demands. In this paper we will present the relations between supply chain and transportation, that should define the role of transportation in the supply chain. The paper will consider the transport problem with an example of solving a simpler transport problem by using software package AIMMS.

Keywords: Transportation, supply chain management, supply chain management, software AIMMS.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Simulacija



SIMULACIJA PRETOVARNIH AKTIVNOSTI NA PLATFORMI VAZDUHOPLOVNOG PRISTANIŠTA

SIMULATION OF LUGGAGE LOADING AND UNLOADING ACTIONS AT THE AIRPORT

BOJAN MARKOVIĆ, MILORAD STANOJEVIĆ, MARKO DJOGATOVIĆ

Saobraćajni fakultet, Beograd, ebokema@live.com, milorad@sf.bg.ac.rs, m.djogatovic@sf.bg.ac.rs

Rezime: U ovom radu predstavljen je simulacioni model pretovarnih aktivnosti, u vezi sa procesima utovara i istovara prtljaga, koje se odvijaju na platformi vazduhoplovnog pristaništa. Modelom su obuhvaćeni tokovi prtljaga u dolasku, kao i tokovi prtljaga u odlasku. Simulacijom su posmatrani efekti, promena operativnih parametara sistema, a potom su i grafički prikazane njihove vrednosti

Ključne reči: Pretovarne aktivnosti, Model, Stohastička simulacija.

Abstract: : This paper describes simulation model of operations, regarding loading and unloading processes, that are taking place at the airport platform. Model is considering baggage arrival flow and flow of outgoing baggage. Effects of change in system operating parameters were observed, using simulation model, and afterwards, their values were graphically presented.

Keywords: Luggage, Model, Discrete event simulation.

1. UVOD

Jedna od osnovnih funkcija vazduhoplovnog pristaništa je tehnički prihvat i otprema vazduhoplova. Trajanje ove aktivnosti (pored broja parking pozicija), direktno utiče na kapacitet pristanišne platforme, kao i na izvršenje predviđenog reda letenja te posledično i na iskorišćenje vazduhoplova (Djordjevic *et al.* 2000). Tehnički prihvat i otprema (TPO) vazduhoplova sastoji se od niza aktivnosti koje je neophodno obaviti u vremenskom periodu, od momenta zaustavljanja vazduhoplova na određenoj parking poziciji do momenta napuštanja predviđene parking pozicije, u cilju uspešnog izvršenja obrta vazduhoplova (Tošić 2000). Na slici 1 prikazan je pregled nekih osnovnih aktivnosti TPO, pri čemu treba razlikovati simultane (istovremene) i sekvencijalne (sledne) aktivnosti (Tošić 2000).

Ukoliko bi se sekvencijalne operacije istovara i utovara prtljaga posmatrale kao jedna aktivnost, moguće je pretpostaviti da bi takva aktivnost podpala među vremenski osetljive segmente procesa TPO. Drugim rečima, smanjenjem vremena operacija istovara i (ili) utovara prtljaga, robe i pošte, bi se moglo, do određene mere, smanjiti, i vreme TPO vazduhoplova, s obzirom da na dužinu njegovog trajanja utiču i druge simultane operacije. Takođe, potencijalo kašnjenje u nekom segmentu ovog procesa, može uticati na produženje vremena izvođenja ove aktivnosti, zbog čega je nužno pravilno dimenzionisati resurse koji učestvuju u ovom procesu, kako bi se postavljeni zadaci izvršili na najefikasniji način.

Ovim simulacionim modelom obuhvaćene su radnje (u daljem tekstu ciljne aktivnosti) koje se odvijaju na pristanišnoj platformi, a koje mogu posredno ili neposredno uticati na dužinu trajanja aktivnosti istovara i utovara prtljaga. Dakle, razmatrani su elementi procesa utovara i istovara vazduhoplova, kao i radnje koje se s tim u vezi odvijaju na pristanišnoj platformi, a koje mogu biti od značaja za efikasno izvođenje ovog segmenta TPO.

2. POLAZNA STANOVIŠTA SISTEMA

Za izvršenje radnji u procesu istovara i utovara prtljaga, neophodno je angažovanje određenih resursa. Primarni resursi, koji učestvuju u procesu istovara i utovara prtljaga su:

Elevatori, koji se koriste za utovar /istovar prtljaga na/sa vazduhoplova,

Vučna vozila (traktori sa prikolicama), korišćena za transport prtljaga između odgovarajućeg objekta pristanišne zgrade i određene parking pozicije.

Tim izvršilaca koji vrši radnje utovara/istovara prtljaga na/sa vazduhoplova.

Radi pojednostavljenja modela uvedene su sledeće polazne pretpostavke: u procesu istovara odnosno utovara, učestvuje jedan elevator, i jedan tim izvršilaca po jednom vazduhoplovu, dok je angažovani broj vučnih vozila promenjiva čija se vrednost utvrđuje simulacionim modelom na osnovu broja postavljenih radnih zadataka.

Osnovna problematika koja je razmatrana u ovom radu odnosi se na određivanje broja resursa (vučnih vozila) koje je neophodno angažovati, tokom posmatranog vremenskog perioda, za zadati obim saobraćaja (red letenja), uz poznavanje karakteristika (raspodele vremena izvršenja) ciljnih aktivnosti, kako bi svi vazduhoplovi bili opsluženi uz minimalno moguće kašnjenje. Samo dimenzionisanje resursa realizovano je simulacionim modelom pri čemu se obraća pažnja prevashodno na sekvencu događaja koji utiču na izvršenje zadate aktivnosti.

U procesu izvršenja ciljne aktivnosti izdvajaju se tri vrste tokova prtljaga, od kojih su dve inkorporirane u model:

Tok prtljaga u dolasku,

Tok prtljaga u odlasku,

Tok transfernog prtljaga nije obuhvaćen ovim simulacionim modelom.

Tok prtljaga u dolasku, zahteva najpre postavljanje sredstava na odgovarajuću parking poziciju što uključuje transfer odgovarajućeg broja praznih prikolica koje se koriste za istovar prtljaga vazduhoplova. Zatim, obuhvata aktivnosti njegovog istovara, a potom i transporta prtljaga sa određene parking pozicije do sortirnice za izdavanje prtljaga (sortirnica 2).

Tok prtljaga u odlasku, podrazumeva transport prtljaga od sortirnice za prijem prtljaga (sortirnica 1) do odgovarajuće parking pozicije i aktivnosti njegovog utovara na vazduhoplov. Takođe obuhvata i izmeštanje praznih prikolica po završetku utovara.

Prilikom dimenzionisanja resursa (vučnih vozila) za izvođenje određene aktivnosti obraća se pažnja prevashodno na sekvencu događaja koji utiču na izvršenje zadate aktivnosti. Pa se tako, istovar vazduhoplova ne može vršiti pre postavljanja sredstava na parking poziciju, kao što se ni utovar ne može vršiti dok se ne završi postupak istovara vazduhoplova. Sa druge strane, određene aktivnosti je moguće, čak i poželjno vršiti simultano. Pa je tako, za vazduhoplove u rotaciji, ovim modelom predviđeno da se radnja istovara odvija paralelno sa prevozom, prtljaga u odlasku, do parking pozicije. Odnosno da se radnja utovara vrši istovremeno sa prevozom, prtljaga u dolasku, do odgovarajuće sortirnice (sortirnice 2). Neophodno je napomenuti da se operacija utovara vazduhoplova vrši odmah nakon operacije njegovog istovara, bez predviđene pauze između aktivnosti, izuzev ukoliko prtljag koji treba utovariti nije pristigao u datom trenutku.

Vreme angažovanja resursa u opsluzi jednog vazduhoplova, ima direktan uticaj na trajanje ciljne aktivnosti. Vreme angažovanja ovih resursa varira u zavisnosti od vrste opsluge, tj da li je vazduhoplov u dolasku, odlasku ili u rotaciji. U ovaj model inkorporiran je konzervativniji pristup, odnosno razmatrana je isključivo vrsta opsluge kod koje je vreme angažovanja resursa najduže, tj posmatrani su vazduhoplovi u rotaciji. Pri čemu se pod rotacijom (obrtom) podrazumeva operacija prihvata vazduhoplova u dolasku i njegova otprema u odlasku (Tošić 2000). Vreme angažovanja resursa, takođe varira zavisno od tipa vazduhoplova, procedura vazduhoplovnog pristaništa, pravila koje propisuje vazduhoplovna kompanije, te je iz razloga pojednostavljenjsa simulacionog modela, posmatran isključivo jednoobrazna

3. OPIS SIMULACIONOG MODELA

Posmatrano je vazduhoplovno pristanište sa 13 raspoloživih parking pozicija. Budući da pravila po kojima se pozicija dodeljuje, zavise od velikog broja promenljivih koje nisu od interesa za posmatrani model, uvedena je pretpostavka da svakom vazduhoplovu može biti dodeljena bilo koja parking pozicija sa jednakom verovatnoćom, izuzev ukoliko u datom trenutku, odabrana parking pozicija nije zauzeta.

Osim pomenutih parking pozicija, vazduhoplovno pristanište poseduje i tri objekta koja su takođe od značaja za ovaj model, a to su: baza, u kojoj su parkirani vučni traktori sa prikolicama, kada nisu na radnim zadacima. Zatim, sortirnica za prtljag u odlasku (sortirnica 1), i sortirnica za prtljag u dolasku (sortirnica 2). S obzirom da je vreme transporta prtljaga od pristanišne zgrade do određene parking pozicije i obrnuto od suštinske važnosti, u simulacioni model su implementirana vremena transporta od baze, sortirnice 1, i sortirnice 2 do svih parking pozicija. Pomenuta vremena su reprezentovana tabelom 1, a prikazani vremenski intervali su izraženi u sekundama.

Vreme koje vučno vozilo potroši na kačenje prikolica, kao i vreme potrebno za merenje prtljaga na prikolici modelirano je normalnom raspodelom sa srednjim vremenom trajanja aktivnosti od 1 minuta i standardnim odstupanjem od 10 sekundi po prikolici. Analogno tome, sa istim vrednostima je modelirano i vreme trajanja aktivnosti koje se odvijaju u sortirnici za izdavanje prtljaga (sortirnici 2).

Tabela 1: Vremenski interval transporta vozila od odgovarajućeg objekta do specificirane parking pozicije

Park poz	Baza	Sortirnica 1	Sortirnica 2
1	180	172	60
2	161	135	96
3	142	97	132
4	124	60	168
5	105	97	204
6	86	135	240
7	67	172	276
8	49	210	312
9	30	247	348
10	49	284	384
11	211	234	122
12	242	296	184
13	272	358	246

Tabela 2: Raspodela frekvencija količine tereta

Težina u kilogramima	Verovatnoća
0-280	0.041
280-560	0.068
560-840	0.155
840-1120	0.135
1120-1400	0.108
1400-1680	0.081
1680-1960	0.061
1960-2240	0.149
2240-2520	0.081
2520-2800	0.081
2800-3080	0.027
3080-3360	0.014

Vreme istovara prtljaga sa vazduhoplova na prikolice, kao i vreme utovara sa prikolica na vazduhoplov, direktno zavisi od količine prtljaga koji je predviđen za dati let. Simulacioni model, svakom vazduhoplovu dodeljuje različite količine prtljaga, kako za dolazeće letove, tako i za letove u odlasku, za šta je iskorišćena raspodela frekvencija, koja je prikazana u tabeli 2, a koja je dobijena na osnovu prikupljenih podataka o težini prtljaga, kojim je rukovano na platformi tokom vršnog dana u mesecu. Time se simulira varijabilnost koja se odnosi na promenljiv broj količine prtljaga koji se može javiti na određenom letu, a delimično može adresirati i raznovrsnost vazduhoplova koji se mogu pojaviti na pristanišnoj platformi.

Na osnovu dodeljene količine prtljaga, koju je neophodno transportovati od sortirnice do vazduhoplova i obratno, određuje se broj prikolica koji je neophodan za izvođenje te operacije, pri čemu je pretpostavljena nosivost jedne prikolice 325 kg. Modelom je takođe definisano ograničenje, broja prikolica koje traktor može vući za sobom, pa zavisno od tog ograničenja, traktor će izvršiti postavljeni zadatak u određenom broju ponavljanja.

Vreme koje je potrebno timu izvršilaca na platformi da izvrši aktivnost istovara vazduhoplova, po jednoj prikolici je normalno raspodeljena sa srednjom vrednošću 229 sekundi i standardnom devijacijom od 62 sekunde, dok je aktivnost utovara vazduhoplova normalno raspodeljena sa srednjom vrednošću od 322 sekunde i standardnom devijacijom od 98 sekundi po prikolici.

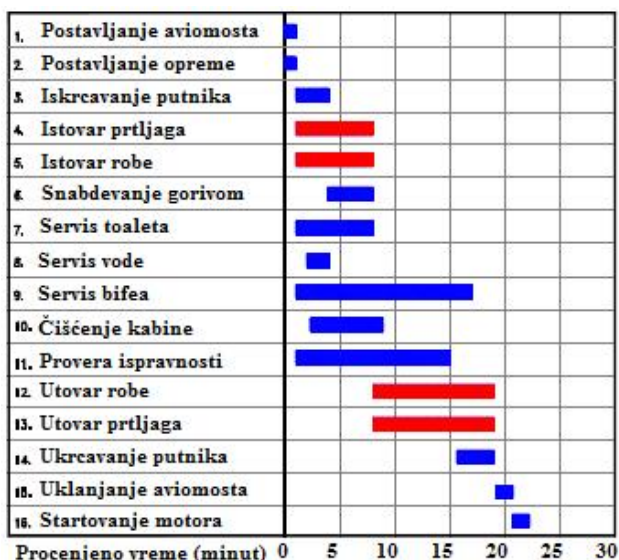
Obim saobraćaja simuliran je na osnovu podataka iz planiranog reda letenja, vršnog dana u vršnom mesecu, na osnovu koje je formirana funkcija dolazaka vazduhoplova na pristanište. Vazduhoplovi koji dolaze na opsluživanje reprezentovani su kroz dinamičke entitete (transakcije), dok su angažovani resursi, gde se pre svega misli na traktore sa prikolicama, i raspoložive parking pozicije, predstavljeni kao uređaji.

4. REZULTATI SIMULACIJE

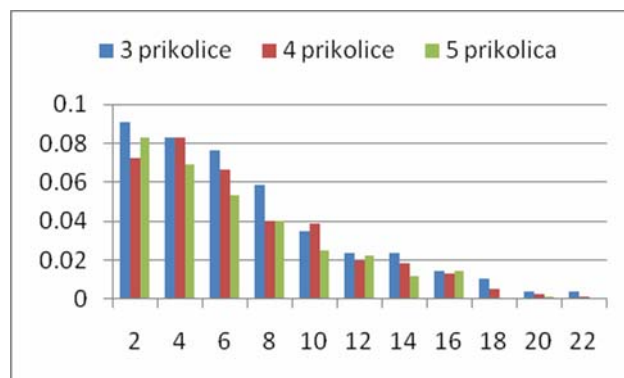
Da bi se izvršila ocena vrednosti parametara od značaja dobijenih simulacijom, iz razloga njihove varijabilnosti koja prištiče zbog upotrebe generatora pseudo-slučajnih brojeva, pri svakoj promeni stanja u modelu izvršeno je 50 nezavisnih realizacija simulacionog modela (Radenković et al 1999, Banks *et al.* 1989).

U prvom delu ovog rada ispitivan je uticaj ograničenja broja prikolica vučnog vozila na, proces izvođenja ciljne aktivnosti. Preciznije, meren je uticaj vremena transporta prtljaga između odgovarajućeg objekta pristanišne zgrade i specificirane parking pozicije, na vreme izvršenja ciljne aktivnosti. Uočeno je da je ova aktivnost, u slučajevima ograničenja vučnog vozila na 3,4, odnosno 5 prikolica, kritična u 42%, 36% odnosno 32% slučajeva, respektivno. Neophodno je naglasiti da se kritičnom, smatra ona aktivnost, čijim poboljšanjem bi se moglo uticati na smanjenje vremena izvršenja ciljne aktivnosti.

Zapaženo je da se povećanjem broja prikolica, smanjuje verovatnoća pojave u kojoj vreme transporta reprezentuje kritično vreme, što je i očekivano. Iako bi, dalje povećanje broja prikolica, teoretski moglo dodatno umanjiti verovatnoću pojave kritičnog vremena, praktično, to ne bi bilo izvodljivo, pošto bi se takvo povećanje negativno odrazilo na manevarske sposobnosti vučnog vozila, stoga u ovom radu, pomenuti slučajevi nisu razmatrani.



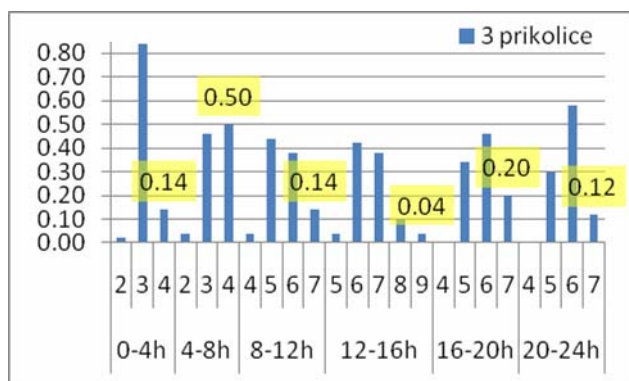
Slika 1: Aktivnosti procesa prihvat i otpreme B737-300



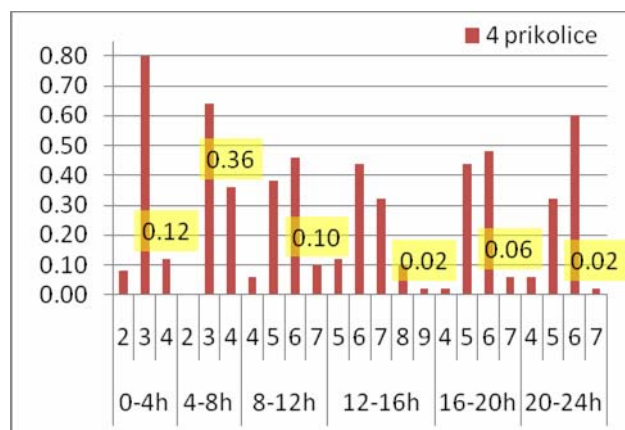
Slika 2: Raspodela kritičnih vremena vučnih vozila

Na slici 2 reprezentovan je uporedni prikaz rezultata izvedene simulacije, za sva tri navedena slučaja ograničenja vučnog vozila (3,4 odnosno 5 prikolica). Na grafikonu je prikazana raspodela učestalosti pojave vremena (u klasama od po 2 min), za koje je moguće poboljšati kritično vreme transporta prtljaga između objekata pristanišne zgrade i specificirane parking pozicije. Ovaj grafikon (slika 2) nam pokazuje da se u najvećem broju slučajeva ($\approx 8\%$), kritično vreme posmatrane aktivnosti može poboljšati za 2 min, dok se moguće poboljšanje, od 20 i više minuta pojavljuje u zanemarljivo malom broju slučajeva, a odnosi se na situacije u kojima za vazduhoplov u rotaciji postoji veliki razlika u količini prtljaga (broju putnika) dolazećeg i odlazećeg leta.

U drugom segmentu ovog rada razmatrana je verovatnoća opsluge postojećeg reda letenja, bez kašnjenja uz istovremeno dimenzionisanje potrebnog broja resursa za efikasno izvršenje zadate aktivnosti. (slike 3 i 4).



Slika 3: Verovatnoća opsluge četvoročasovnog intervala bez kašnjenja sa određenim brojem vučnih vozila i ograničenjem na tri prikolice



Slika 4: Verovatnoća opsluge četvoročasovnog intervala bez kašnjenja sa određenim brojem vučnih vozila i ograničenjem na četiri prikolice

Radni dan je podeljen na četvoročasovne intervale u okviru kojih je posmatrano angažovanje resursa, pri čemu su razmatrana sva tri slučaja ograničenja broja prikolica (na slici 3 sa tri prikolice, a na skici 4. sa četiri prikolice). Uočen je stabilan trend broja angažovanih resursa, što je direktna posledica činjenice da angažovanje resursa zavisi prevashodno od obima saobraćaja u posmatranom vremenskom intervalu.

Povećanje broja prikolica uticala je na blago smanjenje frekvencije pojave zahteva za angažovanjem najvećeg broja angažovanih resursa posmatranog vremenskog intervala, dok se blagi poremećaj u najverovatnijem broju angažovanih vozila može objasniti činjenicom da se promena u jednom segmentu

procesa mora kompenzovati poremećajem u drugom segmentu procesa s obzirom na postavljen uslov da krajnji ishod ostane nepromenjen, odnosno da postojeći red letenja bude opslužen bez kašnjenja.

5. ZAKLJUČAK

S obzirom na razna neophodna uopštavanja izloženih procesa ciljne aktivnosti, simulacioni model može, sa izvesnim stepenom tačnosti da prikaže probleme, i da ukaže na efekte uvođenja određenih promena u operacijama na platformi vazduhoplovnog pristaništa. Analizom izlaznih rezultata simulacije, koji se u velikoj meri podudaraju sa očekivanjem, dolazi se do potpunije informacije o načinu funkcionisanja posmatranog sistema.

Posmatrane ciljne aktivnosti, čine dinamički sistem u kome učinak bilo kog učesnika potencijalno, ali ne i neophodno, može imati uticaja na celokupno funkcionisanje sistema. Optimizacija učinka svakog učesnika pojedinačno je značajna, ali je za poboljšanje učinka celokupnog sistema neophodno sagledati sistem u celini. Kašnjenje u izvršenju ciljne aktivnosti ne mora neophodno izazvati kašnjenje kod vazduhoplova u rotaciji, iz razloga što vreme izvršenja sledne aktivnosti može nadomestiti gubitak vremena nastao tokom izvršenju prethodne aktivnosti.

Problematika angažovanja određenog broja resursa kako bi se postojeći red letenja opslužio bez kašnjenja uslovljen je u najvećoj meri obimom saobraćaja u tretiranom periodu, a potom i vremenom angažovanja resursa u opsluzi jednog vazduhoplova.

Struktura predloženog simulacionog modela, može poslužiti kao osnova za njegovu nadogradnju, koja bi obuhvatila veće raščlanjivanje pojedinih procesa ciljne aktivnosti i bolju iskorišćenost upotrebljenih resursa. Korisno bi bilo prikupiti detaljnije podatke o tokovima transfernog prtljaga, kao i sagledati slučaj kontejnerski konsolidovanog prtljaga, koji ovim simulacionim modelom nije obuhvaćen, s obzirom da se postupak utovara, odnosno istovara kod vazduhoplova koji ga koriste, razlikuje, kao što se i korišćeni resursi razlikuju.

LITERATURA

- [1] Radenković, B., Stanojević M., & Marković, A. (1999). *Računarska simulacija*, Fakultet Organizacionih nauka i Saobraćajni fakultet, Beograd.
- [2] Đorđević, V., Tošić, V., & Babić O. (2000). *Simulacija prihvata i otpreme vazduhoplova na aerodromu Beograd*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2000
- [3] Tošić, V. (2000). *Aerodromi*, Saobraćajni fakultet, Beograd.
- [4] Banks, J., Carson, J.S., Sy, J.N. (1989). *Getting Started With GPSS/H*, Wolverine Software Corporation, Annandale.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Statistički modeli



PREFERENCIJE STUDENATA PREMA NASTAVI NA ENGLESKOM JEZIKU

STUDENTS' PREFERENCES TOWARDS TEACHING IN ENGLISH

MAJA VAGIĆ, MARIJA KUZMANOVIĆ, MILENA POPOVIĆ

Fakultet organizacionih nauka, Beograd, maja.vagic12@gmail.com

Rezime: Sveprisutni uticaj globalizacije nije zaobišao ni sferu obrazovanja, a najjače se oseća u najvišem, fakultetskom obrazovanju. Kontinuirano poboljšanje kvaliteta i osavremenjivanje nastavnog procesa jedan je od najbitnijih faktora uspešnosti obrazovnih institucija. Conjoint analiza je jedna od metoda koja može pomoći u rešavanju problema izbora ključnih karakteristika produkta, ali i kao podrška izboru najboljeg produkta. U radu je dat je pregled primene Conjoint analize na polju obrazovanja. Sprovedeno je i empirijsko istraživanje, u kom je Conjoint analiza korišćena za određivanje preferencija studenata prema nastavi na engleskom jeziku. Ispunjenje studentskih potreba će rezultirati u efikasnijoj nastavi i maksimiziranju studentskih postignuća. Zadovoljni i uspešni studenti najbolje privlače potencijalne studente i obezbeđuju stabilnu konkurentsku poziciju fakulteta.

Ključne reči: Conjoint analiza, preferencije studenata, nastava na engleskom jeziku.

Abstract: The sphere of education has not been bypassed by the ubiquitous influence of globalization, which is the strongest in the highest, university education. One of the most important factors for the success of educational institutions is continuous quality improvement and modernization of the educational process. Conjoint analysis is one of the methods that can be used to determine the key features of the product and also to support the choice of the best product. An overview of the application of Conjoint analysis in the field of education has been presented in the paper. An empirical study was conducted, in which the Conjoint analysis was used to determine the preferences of students towards teaching in English. Fulfillment of student needs will result in a more efficient teaching and in maximization of student achievement. Happy and successful students are the best way to attract potential students and to provide a stable competitive position for college.

Keywords: Conjoint analysis, students' preferences, teaching in English

1. UVOD

Granice među državama, samim tim i među ljudima, brišu se pod uticajem globalizacije i teži se tome da ceo svet postane jedna kompaktna celina. Uspešnost funkcionisanja te celine je uslovljena postojanjem zajedničkog sredstva komunikacije, a to je isti jezik. Status globalnog jezika dobio je engleski jezik. Upravo zbog toga je od velike važnosti pružiti studentima mogućnost studiranja na engleskom jeziku, jer na taj način univerziteti postaju konkurentni na svetskom tržištu, a i otvaraju se vrata međunarodnoj saradnji i stranim studentima. Pored navedenih, može se ukazati i na još neke razloge uvođenja, kao što su osposobljavanje trenutnih i potencijalnih studenata za rad u brzom, dinamičnom i promenljivom internacionalnom okruženju, bez prethodnog pohađanja kurseva engleskog jezika, van zidova fakulteta.

Conjoint analiza predstavlja jedan od načina da se saznaju preferencije ispitanika, ispitivanjem sklonosti ka određenim atributima. Podaci dobijeni Conjoint analizom se mogu iskoristiti za predviđanje tržišnog udela u novim uslovima poslovanja i testiranje uticaja novog produkta na tržištu. Poslednjih godina Conjoint analiza ima široku upotrebu na polju obrazovanja. Soutar i Turner (2002) su koristili Conjoint i klaster analizu da bi otkrili koji je najpoželjniji tip univerziteta među studentima. Autori su definisali 10 atributa u analizi i otkrili da su prikladnost kursa, akademska reputacija, mogućnost zaposlenja i kvalitet predavanja najvažnije karakteristike fakulteta. Ista razmatranja i metode o univerzitetima u celini, se mogu u potpunosti preneti i primeniti na EMI nastavu (*English Medium Instruction*). Kim i saradnici (2009) su primenili Conjoint analizu da bi poboljšali trenutnu EMI nastavu na univerzitetima u Koreji, tako što su sprovedli istraživanje među studentima i saznali šta je to što oni očekuju od EMI nastave. Atributi, koji po njihovom mišljenju, najbolje opisuju EMI nastavu su: tip predmeta, veličina grupe, metod nastave i korišćenje korejskog jezika. Istraživanje je pokazalo da nastava treba da bude isključivo na engleskom jeziku,

uključujući i sve dodatne materijale. Takođe je potrebno, na osnovu nivoa znanja engleskog jezika studenata, ponuditi različitu strukturu predavanja. Takav sistem bi omogućio studentima da izaberu predmete koje žele da slušaju, a da nisu zabrinuti zbog mogućnosti savladavanja materije. Ova promena bi učinila EMI nastavu efikasnijom i efektivnijom za studente. U nekim studijama, naučnicima je bio cilj poboljšanje zadovoljstva studenata i poboljšanja učenja, tako što su se fokusirali na identifikaciju studentskih potreba. Ove studije su takođe imale za cilj da povećaju participaciju studenata u projektovanju i poboljšanju studijskog programa (Wiklund and Wiklund 1999).

Cilj ovog rada jeste da se identifikuju preferencije studenata Fakulteta organizacionih nauka prema nastavi na engleskom jeziku. Biće pokazano kako se Conjoint analiza kao statistička tehnika može koristiti za definisanje karakteristika nastavnog procesa na engleskom jeziku.

Rad je organizovan na sledeći način: u drugom poglavlju, ukazuje se na potrebe uvođenja nastave na engleskom jeziku i na probleme, koji prate navedeni proces. U trećem poglavlju je opisana Conjoint analiza i dosadašnja primena Conjoint analize u definisanju najefikasnije strukture nastave na engleskom jeziku. U četvrtom poglavlju data je empirijska studija. U petom poglavlju data su zaključna razmatranja.

2. „EMI“ NASTAVA U SVETU I U SRBIJI

Iako tehnološke inovacije neumorno sabijaju svet u vremenu i prostoru, naše ekonomije su veoma brzo podstaknute da se uključe u visokokompetitivno okruženje globalnog tržišta, a obrazovne ustanove stoje pred izazovom da sve to isprate (Nelly 2007). Prema tome, univerzitetske mreže se konsoliduju i proširuju na internacionalnom nivou (Vinke and Jochems 1993). Internacionalizacija obrazovanja je sve više istaknuta, a direktan rezultat je znanje stranog jezika kao deo više aspekata radne biografije (Vinke and Jochems 1993). U tom smislu, dobro znanje engleskog jezika, kao svetski priznatog, je postalo jedna od najvažnijih veština, koju može posedovati diplomac bilo kog fakulteta.

Važnost znanja engleskog jezika raste iz dana u dan i fakulteti se na različite načine trude da prate trend stavljanja naglaske na engleski jezik (Lee *et al.* 2007). U Srbiji većina fakulteta još uvek nije prepoznala važnost uvođenja nastave na engleskom jeziku. Od fakulteta ekonomskog i menadžerskog usmerenja, samo Ekonomski fakultet u Beogradu i Fakultet organizacionih nauka daju studentima mogućnost studiranja na engleskom jeziku. To je velika greška, jer je studentima nakon završetka studija, najviše potrebno znanje engleskog jezika, zbog saradnje, poslovanja i zaposlenja u međunarodnim kompanijama, zatim, praćenja trendova na svetskom tržištu, raznih vidova usavršavanja, obuka, treninga, učestvovanja na međunarodnim seminarima, konferencijama i slično. Danas je saradnja sa međunarodnim kompanijama neminovna, usled razmene resursa, i ta saradnja nije moguća bez znanja engleskog jezika. Svakim danom sve više studenata shvata da im engleski jezik mora postati blizak kao maternji i da se, ukoliko to nije slučaj, može slobodno reći da su profesionalno hendikepirani.

Iako se mnogi Univerziteti trude da uvedu nastavu na engleskom jeziku, efektivnost postojećih EMI predavanja na svetskim Univerzitetima se dovodi u pitanje. Glavni razlog za ovaj nedostatak poverenja u postojeći sistem je činjenica da većina Univerziteta ne nudi strukturiranu nastavu na engleskom jeziku, već katedre samostalno odlučuju o načinu izvođenja nastave, što može uzrokovati da se materija predstavi na neadekvatan način i da se ne usvoji potrebno znanje. Činjenica koja govori u prilog prethodno navedenom jeste to što se uglavnom asistenti i saradnici angažuju kao predavači u nastavi na engleskom jeziku. Osim toga jedna od najvećih briga povodom uvođenja univerzitetskih programa na engleskom jeziku je to što studenti, ili još gore predavači, nemaju adekvatan nivo jezičkih kompetencija, za održavanje nastave na engleskom jeziku (Erling and Hilgendorf 2006). Za uspešnu implementaciju EMI nastave potrebni su: odgovarajući materijali za učenje, adekvatno obučeni predavači, percipirana potreba za engleskim jezikom kao medijumom nastave, granični nivo znanja engleskog jezika studenta i postojanje podrške učenju engleskog jezika u širem društvenom kontekstu (Gu 2004, Hu 2002a).

U cilju zadržavanja kompetitivne pozicije u svetu, Korejski Univerziteti su pojačali napore da globalizuju svoje fakultete. Kada se uzme u obzir rasprostranjenost engleskog jezika širom sveta, mnogi univerziteti u Koreji su počeli da primenjuju EMI nastavu, koja podrazumeva da su predavanja na engleskom jeziku, a ne na maternjem (Kang and Park 2004). Na primer, procenat EMI nastave na 2 najveća privatna univerziteta u Koreji (Jonsej i Koreja Univerziteti) je trenutno iznad 30% (Park 2006). Jedan od uočenih problema u EMI nastavi na korejskim Univerzitetima predstavlja spora povratna informacija o pogrešnoj gramatici ili o pogrešnom korišćenju vokabulara (Kang and Park 2004). Još jedan od problema jeste to što ne postoji strukturiran sistem za evaluaciju EMI nastave, koji bi pratio zadovoljstvo studenata. Na Jonsej univerzitetu, mnogi predmeti EMI nastave nisu obavezni, što rezultira u namernom izbegavanju te nastave. Dešava se da studenti ponekad izbegavaju određene predmete čija je nastava na engleskom jeziku, pa čak i ako ih tema zanima ili iako im je predmet kritičan za njihovu oblast studiranja. U tom smislu, razumevanje uticajnih

faktora na EMI nastavu i potrebu za evaluacijom performansi EMI nastave je postalo veoma bitno. Da bi se trend pratio u stopu, urađena su mnoga istraživanja na temu merenja performansi obrazovnih programa na univerzitetima (Colbert *et al.* 2000), i studentskog zadovoljstva i dostignuća (Lee *et al.* 2007). Izuzetno je bitno da se razumeju zahtevi i preferencije studenata, da bi se kreirala efektivnija EMI nastava.

3. CONJOINT ANALIZA

Conjoint analiza se koristi da bi se odredila vrednost koju ispitanici dodeljuju svakom atributu i koji atribut preferiraju. Ova klasa metoda prikazuje ispitaniku set nezavisnih varijabli, uglavnom u formi hipotetičke ili konkretne alternative, i onda pita za sveukupnu evaluaciju ili preferenciju te alternative (Ulengin *et al.* 2001). Bazirana je na prostoj premisi, po kojoj ispitanici evaluiraju vrednost ili korisnost proizvoda ili usluge kombinujući pojedinačnu korisnost svakog atributa (Lee *et al.* 2000). Prilikom evaluacije od ispitanika se može zahtevati da produkte rangiraju, ocene ili da izaberu najbolji. Izlazi iz conjoint analize su parcijalne korisnosti nivoa atributa produkta, koje se dalje mogu upotrebiti za dobijanje niza bitnih informacija u vezi sa potrošačkim preferencijama. Neke od njih su (Green and Srinivasan, 1990; Hair *et al.* 1995):

- Relativne značajnosti svakog atributa;
- Ukupna korisnost produkta;
- Funkcije korisnosti ispitanika;
- Definisane modele kojima se u cilju predviđanja može simulirati izborno ponašanje potrošača.

Relativne značajnosti atributa predstavljaju meru uticaja atributa na potrošačev izbor, dok se pomoću funkcije korisnosti, utvrđuje osetljivost percipirane vrednosti atributa na promenu njegovih vrednosti i ove funkcije su jedinstvene za svakog potrošača. Ukupna korisnost proizvoda (profila) predstavlja percipiranu vrednost proizvoda od strane svakog ispitanika pojedinačno, ali i na nivou celog uzorka i jednaka je zbiru parcijalnih korisnosti dobijenih za određeni nivo atributa zastupljenog u datom profilu.

$$U_{ij} = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^{L_k} \beta_{ikl} x_{jkl} + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J \quad (1)$$

gde su:

U_{ij} - ukupna korisnost proizvoda j za i -tog ispitanika (i -ti segment)

K - ukupan broj atributa ($k = 1, \dots, K$)

L_k - broj nivoa k -tog atributa ($l = 1, \dots, L_k$)

β_{ikl} - korisnost l -tog nivoa k -tog atributa za i -tog ispitanika (i -ti segment)

$$x_{jkl} = \begin{cases} 1 & \text{ukoliko je } l\text{-ti nivo } k\text{-tog atributa prezentovan u proizvodu } j, \\ 0 & \text{u suprotnom} \end{cases}$$

Najpoželjniji su oni profili odnosno proizvodi ili usluge koji imaju najveću vrednost za U_{ij} . Na osnovu ukupne korisnosti proizvoda može se oceniti koji je produkt najbolje ponuditi tržištu. Dok se pomoću relativne značajnosti atributa dolazi do zaključka koju karakteristiku produkta bi trebalo unaprediti kako bi privukli što više potrošača. Takođe može se zaključiti koje karakteristike nisu preterano značajne za potrošača.

Conjoint analiza je postala dosta korišćena metoda jer ne posmatra attribute pojedinačno, već kao celinu što bolje reprezentuje stvarno ponašanje potrošača na tržištu. Pitanja koja se postavljaju u analizi su realnija u odnosu na pitanja tradicionalnih istraživanja, pa se lakše dolazi do podsvesnog razmišljanja korisnika.

4. EMPIRIJSKA STUDIJA

Istraživanje je obuhvatilo sprovođenje Conjoint analize, na osnovu koje su određene preferencije studenata Fakulteta organizacionih nauka prema nastavi na engleskom jeziku. Uzorak čine studenti navedenog fakulteta, svih godina i smerova. Osnovna ideja empirijske studije je bila da se pokaže na koji način je moguće koristiti Conjoint analizu, kao statističku tehniku, za definisanje strukture i karakteristika nastavnog procesa na engleskom jeziku. Inicijalni cilj istraživanja je bio da se utvrdi idealna struktura nastave na engleskom jeziku, koja će poboljšati performanse studenata. Dalje se kao dopunski cilj, nameće uvid u razmišljanja i potrebe studenata, kada se radi o nastavi na engleskom jeziku.

4.1. Dizajniranje studije

U prvoj fazi istraživanja identifikovano je pet atributa i njihovi nivoi (Tabela 1). Za identifikaciju ključnih atributa korišćeno je ranije sprovedeno istraživanje (Kim *et al.* 2009). Broj atributa i njihovih nivoa nije smeo biti prevelik, jer bi se u suprotnom u upitniku pojavio prevelik broj profila (predmeta) koje treba oceniti što bi dovelo do nepouzdanih rezultata usled gubitka koncentracije ispitanika.

Tabela 1. Lista atributa i njihovih nivoa

Atribut	Nivo 1	Nivo 2	Nivo 3
Vrsta predmeta	Izborni	Obavezni	
Veličina grupe	Do 20 studenata	Od 20 do 60 studenata	Preko 60 studenata
Metod nastave	Interaktivna nastava	Ex cathedra nastava	
Zastupljenost srpskog jezika u izvodenju nastave	Sve na engleskom	Samo dodatna literatura na srpskom	Polaganje ispita na srpskom jeziku
Dodatak diplomi	Da	Ne	

Prvi atribut „Vrsta predmeta“ odnosi se na tip predmeta, odnosno na to da li je predmet obavezan ili izborni. Obavezan predmet student mora da odsluša i položi, po programu fakulteta, dok je izborni predmet onaj koji student bira na osnovu svojih sklonosti i interesa. „Veličina grupe“ se odnosi na broj studenata u grupi za slušanje nastave. Prednost malih grupa je u lakšem sprovođenju nastave i većoj uključenosti studenta u proces nastave, dok u većim grupama to nije slučaj. Atribut „Metod nastave“, odnosi se na način izvođenja nastavnog procesa. Interaktivna nastava podrazumeva učestvovanje studenata u nastavi kroz rešavanje raznih studija slučajeva, kroz organizovanje radionica, kroz diskusije, laboratorijske vežbe itd. Nasuprot tome stoji ex cathedra tip nastave, koji predstavlja tradicionalan tip predavanja, gde studenti nisu podstaknuti na aktivno učestvovanje u nastavi, već su pasivni slušaoci. Atribut „Zastupljenost srpskog jezika u izvodenju nastave“ ima tri nivoa. Nivo koji podrazumeva da je sve na engleskom (predavanja, obavezna i dodatna literatura i polaganje ispita), zatim nivo gde je samo dodatna literatura na srpskom, i nivo gde je polaganje ispita na srpskom jeziku, dok je sve ostalo na engleskom. „Dodatak diplomi“ predstavlja napomenu u diplomi da je student slušao tj polagao ispit na engleskom jeziku.

Za kreiranje upitnika korišćen je softverski paket SPSS 16.0. Pored Conjoint pitanja, u upitnik su uključena i neka osnovna demografska pitanja. Istraživanje je sprovedeno u periodu od 12.11.2012. – 12.01.2013. na uzorku od 96 ispitanika.

Nakon što su određeni atributi i njihovi nivoi, prešlo se na generisanje plana eksperimenta. Softver je generisao 18 profila, a od toga su 2 bila kontrolna profila. Kontrolni profili nisu korišćeni za računanje preferencija. Njihova jedina namena bila je provera kvaliteta dobijenih rezultata.

Kao metoda evaluacije od strane ispitanika izabrana je metoda ocenjivanja profila. Ispitanici su na skali od 1 do 7, gde 1 označava predmet koji ispitanik nikako ne bi slušao, a 7 predmet koji bi ispitanik sigurno slušao, izražavali svoje preferencije prema kombinaciji atributa nastave na engleskom jeziku.

Tabela 2. Generisana lista profila

ID	Vrsta predmeta	Veličina grupe	Metod nastave	Zastupljenost srpskog u izvodenju nastave	Dodatak diplomi
1	Izborni	Do 20 studenata	Interaktivna nastava	Sve na engleskom	Ne
2	Obavezni	Do 20 studenata	Interaktivna nastava	Sve na engleskom	Ne
3*	Izborni	Do 20 studenata	Ex Cathedra	Polaganje na srpskom	Da
4	Izborni	Preko 60 studenata	Ex Cathedra	Sve na engleskom	Ne
5	Izborni	Do 20 studenata	Ex Cathedra	Sve na engleskom	Da
6	Obavezni	Od 20 do 60 studenata	Interaktivna nastava	Sve na engleskom	Da
7	Obavezni	Preko 60 studenata	Ex Cathedra	Sve na engleskom	Ne
8	Obavezni	Do 20 studenata	Interaktivna nastava	Polaganje na srpskom	Ne
9	Izborni	Do 20 studenata	Ex Cathedra	Dodatna literatura na srpskom	Da
10	Obavezni	Preko 60 studenata	Interaktivna nastava	Dodatna literatura na srpskom	Da
11	Izborni	Od 20 do 60 studenata	Ex Cathedra	Polaganje na srpskom	Ne
12	Obavezni	Do 20 studenata	Ex Cathedra	Polaganje na srpskom	Da
13*	Izborni	Preko 60 studenata	Interaktivna nastava	Dodatna literatura na srpskom	Da
14	Izborni	Preko 60 studenata	Interaktivna nastava	Polaganje na srpskom	Da
15	Obavezni	Od 20 do 60 studenata	Ex Cathedra	Dodatna literatura na srpskom	Ne
16	Izborni	Do 20 studenata	Interaktivna nastava	Dodatna literatura na srpskom	Ne
17	Izborni	Od 20 do 60 studenata	Interaktivna nastava	Sve na engleskom	Da
18	Obavezni	Do 20 studenata	Ex Cathedra	Sve na engleskom	Da

(*) kontrolni profili

Podaci su prikupljeni putem elektronske ankete, koja je napravljena na Google Docs-u, a potom slata studentima putem društvenih mreža ili direktno na e-mail.

4.2. Rezultati istraživanja

Uzorak je činilo 96 ispitanika. SPSS je eliminisao 2 ankete, jer je svaki profil predmeta ocenjen istim ocenama. Naknadno je izbačeno 6 anketa. Odnos broja ispitanika muškog i ženskog pola je bio približno 1:2, dok je odnos studenata čiji je nivo znanja engleskog jezika napredan naspram srednjeg pola-pola. U Tabeli 3 data je detaljna demografska struktura ispitanika.

Tabela 3. Demografska struktura ispitanika

Karakteristika	Opis	Broj	Procentualno (%)
Godina studija	Prva	10	11.4
	Druga	33	37.5
	Treća	7	8.0
	Četvrta	9	10.2
	Apsolvent	12	13.6
	Master	17	19.3
Smer	ME	43	48.9
	ISiT	27	30.7
	OM	6	6.8
	UK	3	3.4
	Drugo	9	10.2

Parcijalne korisnosti nivoa atributa i prosečne značajnosti atributa na nivou celog uzorka, dobijene uz pomoć SPSS paketa, prikazane su Tabeli 4.

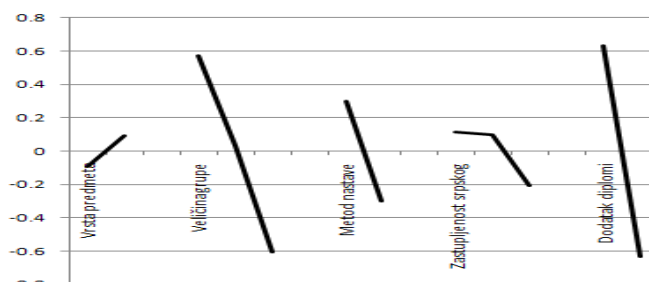
Tabela 4. Sumarni rezultati za preferencije ispitanika na agregatnom nivou

Atribut	Značajnost (FI)
Vrsta predmeta	11.623%
Veličina grupe	24.941%
Metod nastave	16.167%
Zastupljenost srpskog jezika u izvođenju nastave	23.630%
Dodatak diplomi	23.638%

Kao što se iz Tabele 4 može videti, najznačajniji atribut na nivou celog uzorka je “Veličina grupe“. Atributi sa relativno većom značajnošću su “Dodatak diplomi” i “Zastupljenost srpskog u nastavi”, dok u attribute sa relativno malom značajnošću spada “Metod nastave”. Najmanje značajni atribut na agregatnom nivou je “Vrsta predmeta”.

Konstanta ima vrednost 4.251 i koristi se za računanje ukupne korisnosti svakog profila usluge. Pearson-ov koeficijent (Pearson’s R) i Kendall-ov koeficijent korelacije (Kendall’s tau) su statistički pokazatelji kojima se utvrđuje da li su izabranim modelom dobijeni značajni i verodostojni podaci, koje daje Conjoint modul SPSS paketa. Vrednost Pearson-ovog koeficijenta iznosi 0.998, što ukazuje na to da dobijeni rezultati imaju visok nivo značajnosti i stoga se može zaključiti da su visokog kvaliteta. Visoka vrednost Kendall-ovog koeficijenta korelacije (0.967) takođe ukazuje na visok nivo korelacije između ulaznih i procenjenih preferencija. Kendall-ov koeficijent za 2 kontrolna (*holdout*) profila ima vrednost 1.000, što je dodatni pokazatelj da su dobijeni podaci visokog kvaliteta.

Na grafiku 1 se može videti kako promene nivoa atributa utiču na promenu preferencija ispitanika. Što je nagib strmiji to navedeni atribut ima veći nivo osetljivosti. Visok nivo osetljivosti atributa ukazuje na to da je posledica promene nivoa datog atributa na ukupnu korisnost nastavnog predmeta velika. Manje strmiji nagib ima jedino atribut “Zastupljenost srpskog u nastavi” i to u slučaju prelaska sa najpoželjnijeg nivoa na srednje poželjan nivo, što znači da između njih postoji mala osetljivost preferencija.



Grafik 1. Funkcije parcijalnih korisnosti nivoa svih atributa

Najpoželjniji predmet na nivou celog uzorka ima sledeće karakteristike: predmet je obavezni; grupa za slušanje nastave broji do 20 studenata; nastava je interaktivna; polaganje ispita je na srpskom jeziku, dok su predavanja, obavezna i dodatna literatura na engleskom jeziku; u diplomu će postojati dodatak, u kome će biti naznačeno da je predmet slušan na engleskom jeziku

5. ZAKLJUČAK

Organizacija nastave na engleskom jeziku je veoma komplikovan zadatak. Potrebno je uzeti broje faktore u obzir i ispitati njihov uticaj na proces nastave na engleskom jeziku. Jedan od veoma bitnih faktora jesu preferencije studenata prema ovom obliku nastave. Osnovna ideja ovog rada je bila da se odrede preferencije studenata prema nastavi na engleskom jeziku, korišćenjem Conjoint analize. Određivanjem preferencija definisana je struktura i karakteristika nastavnog procesa na engleskom jeziku.

Iako se prema Bolonjskoj deklaraciji, podrazumeva da se nastava odvija u malim grupama, većina grupa najčešće prelazi 60 studenata. Ono što veoma iznenađuje je činjenica da je ispitanicima najbitnija veličina grupe, a nivo sa najvećom korisnošću je grupa do 20 studenata. Oni žele da iskoriste sve prednosti manjih grupa, kao što su mogućnost aktivnog učestvovanja u nastavi, trenutna primena naučenog kroz rešavanje studija slučaja, kroz radionice, kroz laboratorijske vežbe itd. Očekivano ponašanje ispitanici su ispoljili kod drugog atributa po značajnosti „Dodatak diplomu“, gde su ispitanici pokazali veće preferencije prema postojanju dodatka diplomu u odnosu na nepostojanje istog. Kod trećeg atributa po značajnosti – „Zastupljenost srpskog u nastavi“, ispitanici su pokazali najviše preferencije prema nivou koji omogućava polaganje na srpskom, a slušanje na engleskom.

Da bi se kreirala efektivnija nastava na engleskom jeziku, izuzetno je bitno razumeti zahteve i preferencije studenata. Ova studija je pokazala da se Conjoint analiza može koristiti u te svrhe. Uspešno su definisani važni obrasci za preferencije studenata prema nastavi na engleskom jeziku. Iako činjenica da su uzorak činili samo studenti Fakulteta organizacionih nauka, ograničava primenljivost rezultata samo na fakultete menadžerskog i ekonomskog usmerenja, ostaje ideja i predlog za buduće studije koje će više doprineti i detaljnije razraditi strukturu nastave na engleskom jeziku.

REFERENCE

- [1] Erling, E. J., and S. K. Hilgendorf. "Language policies in the context of German higher education." *Language Policy*, 5(3), 2006: 267-293.
- [2] Green, P., and V. Srinivasan. "Conjoint Analysis in Marketing Research: New Developments and Directions." *Journal of Marketing*, 54, 1990: 3-19.
- [3] Hair, J. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham, and W. C. Black. *Multivariate Data Analysis*. Engelwood Cliffs NJ: Prentice Hall, 1995.
- [4] Hu, G. "Recent important developments in secondary English-language teaching in the People's Republic of China." *Language, Culture and Curriculum*, 15, 2002: 30-49.
- [5] Kang, S. Y., and H. S. Park. "Student beliefs and attitudes about english medium instruction: Report of questionnaires study." *Yonsei Review of Educational Research*, 17(1), 2004: 33-53.
- [6] Kim, A., D. Y. Son, and S.Y. Sohn. "Conjoint analysis of enhanced English Medium Instruction for college students." *Expert Systems with Applications*, 2009: 10197-10203.
- [7] Lee, D. H., S. H. Kim, and B. S. Ahn. "A conjoint model for internet shopping malls using customer's purchasing data." *Expert Systems with Applications*, 19(1), 2000: 59-66.
- [8] Lee, S. Y., J. Y. Yoon, T.H. Kim, and S.Y. Sohn. "Strategic analysis for college engineering education based on two kinds of satisfaction indices: Korean case." *Journal of Engineering Education*, 96(2), 2007: 157-165.
- [9] Nelly, P.S. "Internationalization as a response to globalization: Radical shifts in university environments." *Higher Education*, 53(1), 2007: 81-105.
- [10] Park, S. H. "Drawbacks of EMI classes in Korean Universities." *Newsweek Korea*, 2006: 757.
- [11] Soutar, G. N., and J. P. Turner. "Students' preferences for university: A conjoint analysis." *The International Journal of Educational Management*, 16(1), 2002: 40-45.
- [12] Ulengin, B., F. Ulengin, and U. Guvenc. "A multidimensional approach to urban quality of life: The case of Istanbul." *European Journal of Operational Research*, 130(2), 2001: 361-374.
- [13] Vinke, A.A, and W.M.G. Jochems. "English proficiency and academic success in international postgraduate education." *Higher Education*, 26(3), 1993: 275.
- [14] Wiklund, P. S., and H Wiklund. "Student focused design and improvement of university courses." *Managing Service Quality*, 9(6), 1999: 434-443.



UPRAVLJANJE REPOZITORIJUMIMA DOKUMENATA PRIMENOM STATISTIČKIH METODA

APPLYING STATISTICAL METHODS INTO DOCUMENTS REPOSITORIES MANAGEMENT

DR DEJAN MILENKOVIĆ¹, DR MARINA JOVANOVIĆ MILENKOVIĆ²

¹ Generalštab Vojske Srbije, Beograd, dejan.milenkovic@vs.rs

² Fakultet organizacionih nauka, Beograd, marinaj@fon.bg.ac.rs

Rezime: U radu su prikazana istraživanja i saznanja o elementima statističkog upravljanja, informaciono-komunikacionih tehnologija i sistema za upravljanje elektronskim dokumentima. Sprovedeno istraživanje predstavlja nov način upravljanja elektronskim sadržajima, primenjivog u svim oblastima elektronskog poslovanja. Reč je o uspostavljanju novog vida upravljanja podacima, koji se bazira na statističkoj obradi parametara sistema.

Ključne reči: Repozitorijum dokumenata, Statističko upravljanje, Koeficijent preferencije.

Abstract: Research is based on statistical management of electronic document repositories which represents a fresh approach of electronic content management, which is easily applied to all areas of e-business of any major corporate organizations. It is about establishing a new kind of data management, which is based on system parameters statistical analysis, which is of strategic importance.

Keywords: Documents repositories, Statistical management, Preference coefficients

1. UVOD

Poslovne informacije se ispoljavaju kao znanje neophodno za uspešno upravljanje na svim nivoima menadžmenta, što smanjuje neizvesnost u odvijanju poslovnih procesa i omogućava racionalno angažovanje poslovnih kapaciteta.

Informacija dostupna u realnom vremenu, smanjuje vreme trajanja ciklusa odlučivanja i omogućava inicijativu i nadmoćnost nad konkurencijom. U realizaciji aktivnosti poslovnih procesa izražena je potreba podele i korišćenja informacija. Povezivanje svih učesnika poslovnog procesa (organizacionih celina) putem elektronskih komunikacija, omogućava:

- korišćenje zajedničkih podataka i jedinstveno razumevanje i poznavanje poslovne situacije;
- povećanje efikasnosti poslovanja i skraćivanje potrebnog vremena za donošenje odluka;
- povećanje ukupne efikasnosti poslovne organizacije u celini.

Za adekvatno obavljanje postavljenih zadataka više su nego potrebni pravovremeni, pouzdani, tačni, proverljivi, lako dostupni i konzistentni podaci. Međutim, osnovni problem upotrebe tih podataka nije njihovo postojanje, već mesto i način na koji su ti podaci smešteni i organizovani unutar distribuiranih organizacionih celina. Uvođenjem informacionih tehnologija u obavljanju poslovnih procesa, korisnih podataka je sve više ali se postavlja pitanje njihove iskorišćenosti.

2. STATISTIČKO UPRAVLJANJE DOKUMENTIMA

Postupak statističke analize predstavlja pouzdan način za brzo uočavanje trendova i zakonitosti koji postoje među velikom količinom podataka. Zbog toga statističko merenje predstavlja esencijalno značajan alat koji se koristi pri donošenju ključnih poslovnih odluka.

Može se reći da statističko upravljanje predstavlja utvrđivanje uticaja određenih parametara na performanse posmatranog sistema, primenom statističkih metoda.

Za potrebe sprovođenja statističkog merenja i proračuna, u okviru istraživanja, korišćen je koeficijent preferencije, koji predstavlja kvantitativnu meru prihvatanja (preferencije) određenog objekta.

Jedan od načina za brzo uočavanje trendova i zakonitosti koji nastaju među velikom količinom podataka jeste primena statističke analize i statističkog upravljanja podacima. Na osnovu kvalitetnih statističkih analiza podataka moguće je predvideti budući razvoj specifičnih situacija na koje se posmatrani podaci odnose.

Pravovremeno donošenje ključnih odluka i njihovo sprovođenje, predstavlja znatnu prednost u brzini rešavanja zadataka, naročito u kritičnim situacijama. Zbog toga statističko upravljanje postaje esencijalno značajan alat koji se koristi pri donošenju poslovnih odluka.

3. PARAMETRIZACIJA SISTEMA

Istraživanje je bazirano na postavljanju modela koji podrazumeva:

- prepoznavanje i selekciju parametara koji imaju važnu ulogu u procesima distribucije elektronskih podataka
- statističko praćenje i analizu posmatranih parametara
- određivanje stepena značaja pojedinih parametara na osnovu sprovedenih statističkih analiza i
- procenu njihovog uticaja u procesu upravljanja dokumentima.

Parametri simulacionog modela se odnose na komunikacione kanale, korišćenje dokumenata i repozitorijume dokumenata.

3.1. Parametri računarske mreže

U okviru savremenih poslovnih trendova, sve je podređeno informaciono-komunikacionim tehnologijama (ICT). Najbitniji razlog uvođenja ICT jeste deljenje podataka i omogućavanje njihovog skladištenja. Osnovni gradivni i funkcionalni element ICT su računarske mreže.

Kako bi se efikasnije upravljalo resursima računarske mreže, neophodno je poznavati karakteristike njegovog ponašanja, odnosno metrike performanse i kontinuiteta mreže. Neki od parametara koji utiču na performanse mreže su (Matthew, 2003):

- Latentnost/kašnjenje. Latencija izražava vremena koje je potrebno da se paket podataka sa jedne određene tačke prenese na drugu tačku na mreži.
- Gubitak podataka ili paketa podataka može nastati usled zagušenja računarske mreže ili problema u prenosu istih.
- Greška u prenosu je opšti pojam koji se odnosi na podatke koji su na neki način izmenjeni prilikom prenosa kroz mrežu, u smislu da se podatak primljen na određenoj razlikuje od originalnog podatka koji je poslat.
- Propusna moć mreže predstavlja teoretsku vrednost, izračunatu na osnovu operativnih karakteristika određene mreže. Ona predstavlja efikasan kapacitet veze ili usluge kada se uzmu u obzir sve komponente.

Kontinuitet mreže se definiše parametrima:

- pouzdanost i raspoloživost. Pouzdanost se meri po tome koliko je vremena, u kontinuitetu, mreža u funkciji. Raspoloživost predstavlja verovatnoću da je mreža u funkciji servisa i da je dostupna korisnicima.
- opterećenje, propusna moć

3.2. Parametri sistema za upravljanje dokumentima

Sistemi za upravljanje elektronskom dokumentacijom predstavlja pouzdano i jednostavno rešenje za njihovu sistematizaciju i korišćenje. Uspeh poslovne organizacije je u direktnoj sprezi sa upravljanjem informacijama sadržanim u dokumentaciji. Ukoliko se informacije nalaze u dokumentima u papirnom obliku, a pri tom se dokumenta ne nalaze na jednom mestu, već su raspoređena po organizacionim celinama, postupci i procedure u pronalaženju i pravovremenom pronalaženju informacija dugo traju, a samim tim i mnogo koštaju.

Rešenje za pouzdano, brzo i jednostavno organizovanje i sistematizaciju poslovne dokumentacije jeste upravljanje elektronskom dokumentacijom primenom savremenih tehnoloških rešenja, kao što je DMS.

Radi shvatanja koncepta sistema upravljanja dokumentima potrebno je pre svega definisati dokument kao njegov osnovni entitet i elemente koji ga određuju. Dokument se shodno upotrebi definiše na više načina.

Zakon o elektronskom dokumentu definiše elektronski dokument kao „skup podataka ... sadržanih u aktu koji je sačinjen radi korišćenja u poslovnom procesu, ako je elektronski izrađen, razmenjen i-ili arhiviran na elektronski način“.

Osnovni preduslov za funkcionisanje DMS jeste organizovanje i smeštanje dokumenata u repozitorijume dokumenata. Performanse sistema za skladištenje podataka direktno zavise od sledećih faktora (Kimball, 2010):

- propusna moć – broj I/O operacija koje sistem za skladištenje može da obradi u jedinici vremena,
- protok podataka – količina podataka koje sistem za skladištenje može da obradi u jedinici vremena,
- vreme odziva – vremenski interval između slanja zahteva i prijema odgovora na poslani zahtev,
- i drugih indirektnih faktora, kao što su: način dizajniranja IS-aplikacija koje pristupaju podacima, softver za upravljanje skladišnim prostorom, način organizacije diskova skladišnih prostora i slično.

Repozitorijum predstavlja osnovni gradivni element sistema za upravljanje dokumentima u koji se skladište:

- dokumenta,
- atributi/metapodaci, kojim se opisuju dokumenta i
- metode i operacije - instrukcije koje se izvršavaju nad sadržajem u repozitorijumu.

Prilikom projektovanja sistema upravljanja dokumentima potrebno je voditi računa o resursima koji se definišu na osnovu zahteva koji opisuju projektovani sistem (Milenković i Jovanović Milenković, 2012):

- broj korisnika,
- broj repozitorijuma,
- model organizacije i raspored repozitorijuma i
- broj objekata kojim sistem upravlja.

Na osnovu definisanih zahteva planira se upotreba softverskih, hardverskih i komunikacionih resursa.

3.3 Relevantni elementi statistike

Statističko upravljanje predstavlja merenje odgovarajućih parametara i utvrđivanje njihovih uticaja na performanse posmatranog sistema. Vrlo bitne faze u procesu statističkog upravljanja su prikupljanje i analiza podataka.

Direktno zaključivanje o međuzavisnosti promenljivih je veoma teško, ako je uopšte moguće, s obzirom na dimenzije matrice podataka formirane od objekata posmatranja i parametara koji ga opisuju. Zato se u te svrhe koriste metode multivarijacione analize za redukciju velike količine podataka i njihovo iskazivanje preko manjeg broja novih veličina. Jedna od takvih metoda je metoda Ivanovićevog odstojanja, kojom se višedimenzionalni problem svodi na jednu dimenziju.

U istraživanjima je često potrebno odrediti preferencije (tj. prvenstva) nekog objekta u odnosu na posmatrani skup objekata. Preferencija objekta je uglavnom složenog karaktera gde stepen složenosti zavisi od broja i karaktera parametara koji opisuju posmatrani objekat. Ti parametri utiču na stepen prihvatanja, odnosno neprihvatanja posmatranog objekta.

Objekat istraživanja se posmatra u odnosu na definisane elemente, dok je svaki element opisan sa nizom parametara. Tako se formira matrica podataka koja sadrži izmerene vrednosti parametara za svaki element i za svaki od posmatranih objekata.

	Element 1				Element 2				...	Element j			
	P1	P2	...	Pm	P1	P2	...	Pn		P1	P2	...	Pk
Objekat 1													
Objekat 2									...				
...													
Objekat i													

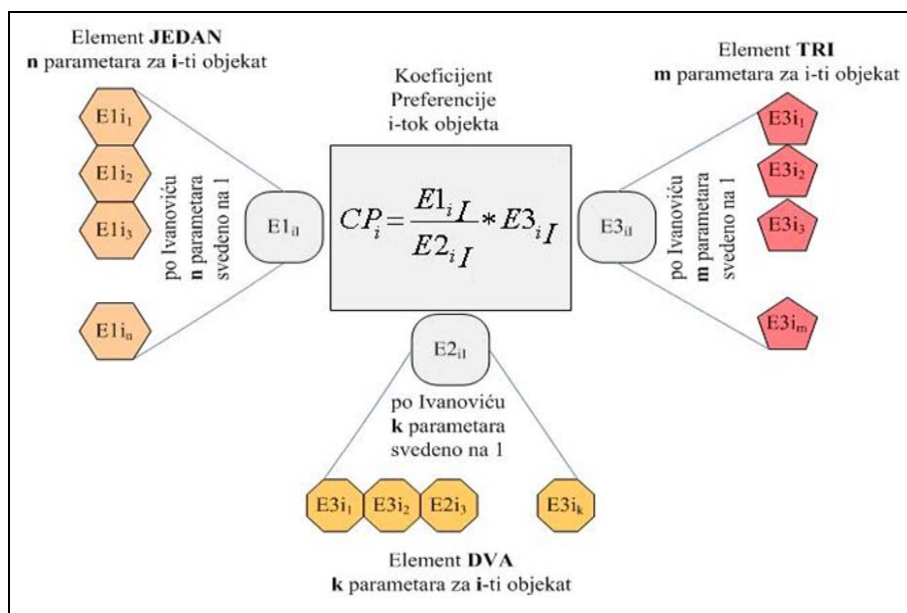
Slika 1: Opšti prikaz matrice podataka

Na osnovu tih vrednosti vrši se statistička obrada, odnosno proračunavanje koeficijenta preferencije. Statistička obrada podrazumeva primenu metode Ivanovićevog odstojanja nad svakim od elemenata koji opisuju objekat.

Kako svaki element zavisi od više parametara, to se primenom I-odstojanja za svaki od elemenata višedimenzionalni problem svodi na jednodimenzionalni (za jedan element se formira jedan novi parametar). Na ovaj način se broj parametara od kojih zavisi objekat, svodi na broj elemenata, a metoda I-odstojanja omogućava da se obrazuje rang lista posmatranih objekata. (Radojičić i Jeremić, 2012)

Na slici 2 je dat opšti šematski prikaz proračuna koeficijenta preferencije. Na osnovu novo dobijenih parametara, za svaki objekat posmatranja proračunava se koeficijent preferencije. Primenom metode

Ivanovićevog odstojanja, sistem od n , k i m parametara za elemente svakog pojedinačnog objekta, svodi se na jedan parametar po elementu.



Slika 2: Opšti šematski prikaz proračuna koeficijenta preferencije (Milenković, 2013)

Metoda Ivanovićevog odstojanja od svih parametara po elementima izdvaja onaj koji ima najveći uticaj na posmatrani objekat, onaj sa najvećom „važnosti“. Koeficijent preferencije predstavlja međusobni odnos novo dobijenih vrednosti parametara po elementima (Milenković, 2013):

$$CP_i = \frac{E1_{iI} * E3_{iI}}{E2_{iI}}$$

Odnos zavisi od osobina elemenata i njihovog mogućeg uticaja na posmatrani objekat. Objekat sa najvišim koeficijentom preferencije postaje „važan“.

Merenje vrednosti parametara i proračun koeficijenata preferencije je neprestan dinamički i višedimenzionalni proces koji se ponavlja u zavisnosti od perioda posmatranja (merjenja) vrednosti parametara. Konačan cilj je da se na osnovu rangiranja posmatranih objekata po „važnosti“ donese odgovarajuća odluka.

4. STUDIJA SLUČAJA

U radu je opisano istraživanje koje je podrazumevalo analizu mogućnosti upravljanja repozitorijumima dokumenata u okviru distribuiranog mrežnog okruženja, u smislu predviđanja potrebe za određenim elektronskim sadržajem.

Za potrebe istraživanja, u informaciono-komunikacionom okruženju uspostavljen je simulacioni model koga čine entitete: komunikaciona infrastruktura, repozitorijumi za smeštanje elektronskog sadržaja, softver za upravljanje dokumentima i softverski alati za prikupljanje, merenje i obadu parametara (eDMS, softverski paket za monitoring računarskih mreža i SPSS).

Premise simulacionog modela su sledeće:

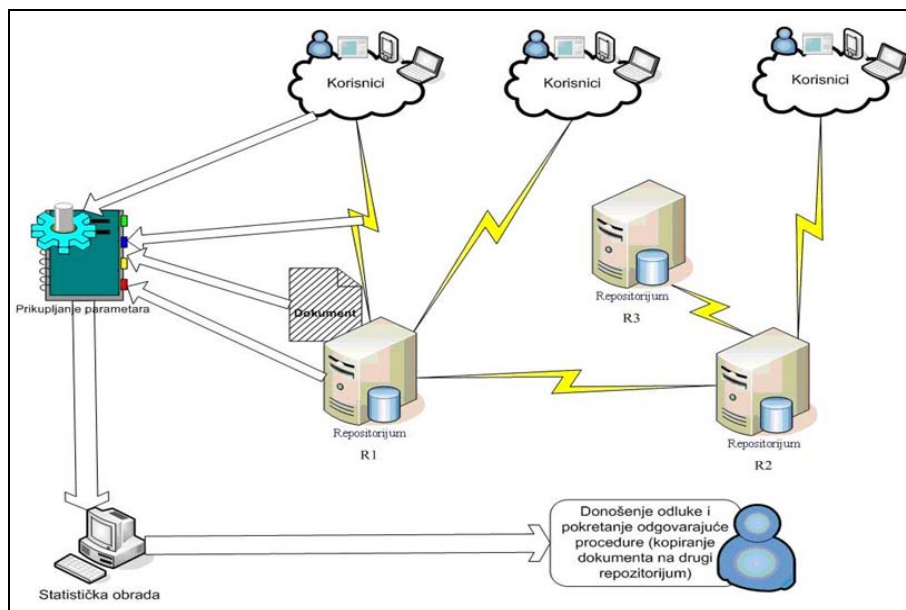
- Osnovni objekat simulacionog modela jeste dokument.
- Relevantna dokumenta (objekti modela) smeštaju se u distribuiranim repozitorijumima.
- Dokument se inicijalno nalazi samo na jednom repozitorijumu.
- Registrovani korisnici pristupaju dokumentima sa distribuiranih lokacija.
- Korisnik podataka inicijalno pristupa podacima sa matičnog repozitorijuma.
- Korisnik može pristupiti određenim sadržajima smeštenim i na druge repozitorijume.

Parametrizacija sistema se zasniva na 3-dimenzionalnom prostoru, gde svaka od dimenzija predstavlja višedimenzionalni prostor različitih veličina. U okviru istraživačkog postupka posmatrano je više od 20 međusobno korelisanih promenljivih (parametara) posmatranih u različitim slučajevima. Parametri na kojima se zasniva istraživanje se odnose na definisane entitete:

- komunikacioni kanal (5): pouzdanost, opterećenost, zaštićenost, propusna moć, vreme odziva,
- elektronski dokument (6): veličina, frekventnost, tajnost, broj korisnika, lokacija, prioritet zadatka

- repozitorijum (8): oznaka važnosti, opterećenost, kapacitet, popunjenost, broj direktnih korisnika, pik opterećenosti, propusna moć, vreme odziva.

Istraživanje predstavlja 8 časovno praćenje korišćenja sadržaja smeštenog u tri repozitorijuma podatka. Formirana je matrica podataka koja sadrži izmerene vrednosti parametara svih elemenata za 19 dokumenata.



Slika 3: Šematski prikaz modela studije slučaja

Problem skladištenja dokumenata zasniva se na konceptu tri vektora: Dokumenta (D), Repozitorijuma (R) i Komunikacionog kanala (K). Svaki definisani vektor predstavlja složen sistem od 6, 8 i 5 parametara. Za formiranje sva tri vektora korišćeno je I-odstojanje.

Potreba za svođenjem na jednu dimenziju u okviru posmatranog koncepta tri vektora, predstavlja osnov za formiranje koeficijenta preferencije svakog od dokumenta. Prema definiciji koeficijenta preferencije koju jedan dokument može imati u sistemu skladištenja, preuzimanja i pregledanja sa bliskih ili udaljenih lokacija dobijen je rezultat za preferencije dokumenta. Jednačina za izračunavanje koeficijenta preferencije glasi:

$$K_I^3 = \frac{I_D^2}{I_R^2} \cdot I_K^2$$

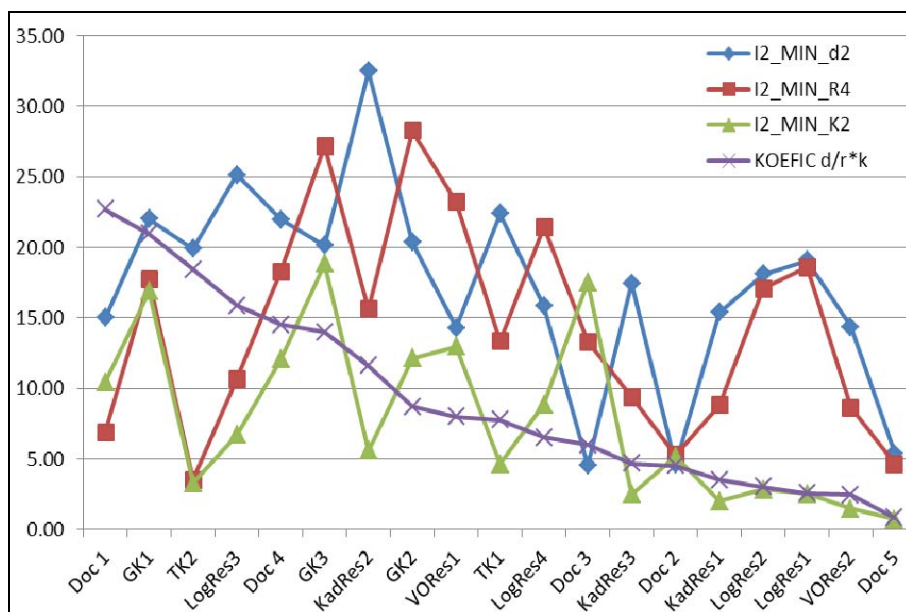
gde K_I^3 predstavlja koeficijent preferencije dokumenta u sistemu distribuiranih repozitorijuma, I_D^2 predstavlja vektor elementa Dokument dobijen na osnovu kvadratnog I-odstojanja, I_R^2 predstavlja vektor elementa Repozitorijum dobijen na osnovu kvadratnog I-odstojanja, I_K^2 predstavlja vektor elementa Komunikacioni kanal dobijen na osnovu I-odstojanja.

Odnos vektora elementa zavisi od osobina elemenata i njihovog mogućeg uticaja na posmatrani dokument. Tako, na „veličinu“ K_I^3 dokumenta utiče visoka vrednost vektora za elemente Dokument i Komunikacioni kanal, a niska za element Repozitorijum. Drugim rečima, repozitorijum sa dobrim performansama lako rešava probleme hendlovanja dokumenta, na primer velike veličine, velikog broja pristupa i slično, pa je njegova vrednost I_R^2 visoka, što će dovesti do toga da je vrednost koeficijenta preferencije za konkretni dokument K_I^3 niska, odnosno dokument „nije toliko važan“, nije latentan, poseban i ne izdvaja se posebno iz posmatranog okruženja.

Međutim, ako repozitorijum ima loše performanse, onda se problemi hendlovanja istog dokumenta teže rešavaju – resursi sistema su većim procentom zauzeti pa je vrednost I_R^2 niska, samim tim će vrednost koeficijenta preferencije za dokument K_I^3 biti visoka, odnosno dokument postaje „važan“, izdvaja se iz sistema i zaključuje se da je potrebno preduzeti određenu meru u sistemu kako bi se problem prevazišao ili ublažio.

U ovom primeru I_K^2 direktno utiče na veličinu koeficijenta preferencije dokumenta, tj. ako je kvalitet komunikacionog linka bolji njegov uticaj na K_I^3 je veći, i obrnuto ako je kvalitet lošiji, uticaj je manji. Na osnovu dobijenih vrednosti vektora i definisane jednačine izračunate su vrednosti koeficijenata preferencije za svaki od dokumenata.

Na slici 4 je prikazana promenljivost sva tri vektora, dok je izgled krive koeficijenta na nivou eksponencijalnog izravnavanja. Pokazatelji govore da ni jedan od tri navedena vektora pojedinačno ne predstavljaju značajan statistički pokazatelj, što znači da nema uticaja na formiranje preferencije.



Slika 4: Vrednosti vektora i koeficijenta preferencije u odnosu na svaki dokument

5. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja na postavljenom modelu pokazuju da je primenom statističkih metoda i proračuna moguće prepoznati ključne parametre u procesu upravljanja korporativnim resursima. Statističkim prepoznavanjem latentnih parametara sistema, izolovani su ključni elektronski sadržaji i repozitorijumi sadržaja, nad kojima su preduzeti odgovarajući koraci koji doprinose efikasnijem i efektivnijem obavljanju poslovnih procesa.

Analizom rezultata statističkog merenja sprovedenog na primeru upravljanja elektronskim sadržajima u okviru postavljenog modela, poseban doprinos se ogleda u sprezi statističkog upravljanja i informaciono-komunikacionih tehnologija, koja dovodi do predviđanja mogućeg ponašanja sistema i pomaže donošenju kvalitetne odluke.

LITERATURA

- [1] Kimball, R. (2010). The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses, A Definition of Data Warehousing, dostupno na www.dwinformcenter.org/defined.html
- [2] Matthew, L. (2003). Mission-critical network planning. London: Artech House Inc.
- [3] D., Jovanović Milenković, M. (2012). *Resources calculation for distributed repositories of document management system*, (151–154). Metalurgia International, vol. 17 no. 9.
- [4] Milenković, D. (2013). Statističko upravljanje repozitorijumima elektronskih dokumenata primenom koeficijenata preferencije, Doktorska disertacija, FON.
- [5] Radojičić, Z., Jeremić, V. (2012). *Quantity or quality: What matters more in ranking higher education institutions?* Current Science, In Press.



SINTETIČKO MJERENJE KVALITETA ŽIVOTA

SYNTHETIC MEASURING OF QUALITY OF LIFE

PROF. DR. RAJKO TOMAŠ

Ekonomski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, rajko.tomas@efbl.org

Rezime: U ovom radu koncentracija ekonomskih i socijalnih uslova života mjerena je sintetičkim indeksom koncentracije (SIC) koji je autor razvio polazeći od Herfindalovog indeksa. Polazna osnova analize je hipoteza da relativne razlike kvaliteta života u zajednici nastaju kao posljedica nejednakosti raspodjele socijalnih i ekonomskih uslova života. Ovim istraživanjem obuhvaćeno je 48 opština Republike Srpske na osnovu podataka o 34 pokazatelja ekonomskih i socijalnih uslova života. Razlike u alokaciji tih uslova po opštinama imaju za posledicu razlike u vrijednosti SIC i rangu opštine prema kvalitetu života.

Gljučne riječi: sintetički indeks koncentracije (SIC), kvalitet života, nejednaka raspodjela, opština

Abstract: Concentration of the economic and social conditions of life considered in this paper is measured by the Synthetic Index of Concentration (SIC), developed by the author on the grounds of Herfindahl Index. Starting point for the analysis is the hypothesis whereby relative differences in quality of life in a community occur as a consequence of uneven distribution of social and economic conditions of life. The research envelops 48 municipalities in Republic of Srpska, using data on 34 indicators of economic and social conditions of life as the basis. Variations in allocation of the conditions in different municipalities result in different SIC values and municipality ranking in regards to quality of life.

Keywords: Synthetic Index of Concentration (SIC), quality of life, uneven distribution, municipality

1. UVOD

Problem mjerenja implicitne cijene urbanizacije prisutan je u literaturi već više od četiri decenije. Kao posljedica tog interesovanja nastala je obimna literatura, ali saglasnost o načinu sintetičkog mjerenja implicitne cijene urbanizacije, odnosno kvaliteta života, nije postignuta.

Sintetičko mjerenje kvaliteta života i njegovo rangiranje na različitim lokacijama svodi se na utvrđivanje koncentracije obilježja kojima se definiše kvalitet života. Razlike u kvalitetu života na određenim lokacijama posljedica su neujednačene koncentracije ekonomskih i socijalnih uslova života. Ako bi raspodjela svih socijalnih i ekonomskih obilježja uslova života u jednoj zajednici bila ravnomjerna na sve članove društva, problem relativnog kvaliteta života ne bi postojao. Nejednaka raspodjela ekonomskih i socijalnih uslova života između članova zajednice dovodi do natproporcionalne ili subproporcionalne koncentracije kvaliteta života.

2. PREGLED LITERATURE I METODA ANALIZE

Za mjerenje kvaliteta života razvijeno je nekoliko metoda. Veliki broj studija, koristi metod hedonističkog poređenja (Roback 1982), procjenjujući razlike u platama (Nordhaus i Tobin 1972; Getz i Huang 1978; Rosen 1979) ili razlike u rentama (Ridker i Henning 1967; Polinsky i Rubinfeld 1977). Uočavajući takav pristup, Roback (1982) istražuje uticaj plata i rente na lociranje radnika na lokacije sa različitim iznosom pogodnosti. Koristeći sintetički indikator multidimenzionalnog odstojanja DP_2 (Pena 1977), Sanchez i Rodriguez (2003) izmjerili su kvalitet života u španskim opštinama. Istim indeksom mjereno je i kvalitet života u zemljama Evropske unije (Somarriba i Pena, 2009). Hashimoto i Ishikawa (1993) predložili su primjenu *Data Envelopment Analysis* (DEA) za analizu kvaliteta života u 47 japanskih prefektura. Ovaj metod koristi podatke o determinantama kvaliteta života, ne namećući funkcionalnu vezu između promjenljivih i ne pretpostavljajući tržišnu ravnotežu. Rafinirajući DEA, E. González, A. Cárcaba i J. Ventura (2011) predložili su sintetički indeks *Value Efficiency Analysis* (VEA) za analizu kvaliteta života u 237 većih opština u Španiji. Mirsha je (2012) proširio primjenu metoda DP_2 na parcijalne indikatore kada su

oni redni (*rank scores*) i pokazao da je za izračunavanje ranga moguće koristiti različita pravila i statističke metode.

Iako ekonomski razvoj uopšteno poboljšava kvalitet života, on ne rješava problem njegove neujednačenosti na različitim lokacijama iste zajednice. U nekim slučajevima ekonomski razvoj poboljšava kvalitet života u jednim, a pogoršava u drugim regionima. Istraživanja konglomeracije proizvodnje u SAD (A. Ciccone, R. Hall, 1996), Japanu (Fujita, M., Tabuchi, T., 1997) i Evropskoj uniji (A. Ciccone, 2002), potvrdila su njen uticaj na rast produktivnosti. U svim zemljama OECD-a postoji tendencija koncentrisanja proizvodnje u malom broju urbanih područja i često koncentrisanje nezaposlenosti u nekoliko regiona (Spiezia 2003), iako konglomeracija doprinosi rastu zaposlenosti (J. Henderson, A. Kunroco, & M. Turner, 1995). Tako je više od jedne trećine industrijskih radnika u Francuskoj zaposleno u rejonima Pariza i Liona (F. Maurel, B. Se'dillot, 1999). Iako su provedena mnoga istraživanja o problemu geografske koncentracije različitih aspekata kvaliteta života, postoji malo saglasnosti o tome koji statistički indikator najbolje mjeri geografsku koncentraciju (Spiezia 2003).

3. METOD MJERENJA

Razlike koje se verifikuju poređenjem istih pokazatelja za opštine ukazuju na postojanje različitih stepena koncentracije uslova života na području opština. Da bismo izmjerili tu koncentraciju, iskoristićemo logičku osnovu jednokriterijumskog Herfindalovog indeksa¹ koncentracije za postavljanje osnove novog višekriterijumskog indeksa koncentracije socijalno-ekonomskih uslova života u opštinama (*SIC*).

Ako dva subjekta A i B imaju isti formalno-pravni status u nekoj cjelini (zajednici) X, a pritom imaju različite vrijednosti istog obilježja² k , tako da je $k_A > k_B$, tada subjekt A ima veću koncentraciju obilježja k od subjekta B. Pretpostavimo da je

$$k_X = k_A + k_B, \quad (1)$$

pa je: $s_A = \frac{k_A}{k_X}$ i $s_B = \frac{k_B}{k_X}$,

što predstavlja relativna učešća subjekata u ukupnoj vrijednosti nekog obilježja. Saglasno tome, vrijedi da je:

$$s_A + s_B = 1 \quad (2)$$

Koeficijenti s_A i s_B pokazuju relativni raspored obilježja k na subjekte A i B. Sva druga obilježja u zajednici X takođe se dijele u određenom omjeru između subjekata A i B. Subjekti A i B su aktivni subjekti u okviru zajednice X. Oni učestvuju u donošenju odluka u zajednici X, međusobno komuniciraju, doprinose zajedničkom rješavanju određenih problema, stiču povjerenje subjekata izvan zajednice X, stiču ili gube povjerenje drugih subjekata u zajednici i slično. Njihovo posjedovanje dijela resursa zajednice X ima uticaja na funkcionisanje cijele zajednice.

U našoj analizi polazimo od dvije pretpostavke:

- Ako postoji jednakost raspodjele svih obilježja u zajednici na subjekte koji čine tu zajednicu, društvena moć svih subjekata zajednice je jednaka.
- Ako postoji nejednakost raspodjele bar jednog obilježja u zajednici na subjekte koji čine tu zajednicu, društvena moć subjekata zajednice je nejednaka.

Iz nejednakosti raspodjele nastaje nejednakost društvene moći, odnosno nejednak uticaj na društvene odnose. Nejednakost raspodjele obilježja u društvu obično se, neopravdano, mjeri na isti način kao i nejednakost prirodnih obilježja³.

Herfindalov indeks (*HI*) izračunava se kao zbir kvadriranih relativnih učešća preduzeća u ukupnom prometu grane:

$$HI = \sum_{i=1}^n s_i^2.$$

U Herfindalovom indeksu, sabiranjem kvadriranih relativnih učešća preduzeća u ukupnoj prodaji na tržištu, pojačava se relativno učešće većih, a smanjuje relativno učešće manjih preduzeća u zbiru, čime se pokazuje relativno veća moć velikih preduzeća. Koristeći tu logiku, u našem slučaju imaćemo:

¹ Riječ je o indeksu koji je 1945. godine predložio Hiršman (Hirschman, A. O., 1945, *National Power and Structure of Foreign Trade*, Berkeley, CA: University). Matematičku formu indeksa predložio je 1950. godine Herfindal (O. C. Herfindahl, 1950, *Concentration in the Steel Industry*, Unpublished PhD Dissertation, Columbia University of California Press).

² Pod *obilježjem* ovdje se ne podrazumijeva fizička karakteristika nekog subjekta, nego raspoloživost resursa bitnih za funkcionisanje subjekta u okviru date zajednice.

³ Koncentracija od 10% sumporne kiseline u određenom rastvoru nije isto što i koncentracija 10% dohotka u rukama jednog subjekta u datoj zajednici.

$$s_A^2 + s_B^2 < 1, \quad (3)$$

pri čemu je:

$$s_A^2 < s_A \text{ i } s_B^2 < s_B, \text{ ali i: } s_A^* = \frac{s_A^2}{s_A^2 + s_B^2} > s_A \quad \text{i} \quad s_B^* = \frac{s_B^2}{s_A^2 + s_B^2} < s_B,$$

gdje s_A^* i s_B^* predstavljaju relativnu mjeru kvadriranih koeficijenata učešća subjekata A i B u raspodjeli datog obilježja. Saglasno tome, vrijedi:

$$s_A^* + s_B^* = 1. \quad (4)$$

Koeficijente s_A^* i s_B^* definišemo kao mjeru koncentracije moći datog obilježja u subjektima A i B kao posljedicu nejednake raspodjele obilježja k .

Pretpostavimo da obilježje k dijeli n ravnopravnih subjekata u zajednici X, te da je, u uslovima nejednake raspodjele datog obilježja,

$$s_i = \frac{S_i^\phi}{\sum_{i=1}^n S_i^\phi}, \quad i = 1, \dots, n \quad \text{i} \quad \phi = 1, \dots, l \quad (5)$$

pri čemu ϕ predstavlja broj množenja koeficijenta s_i sa samim sobom. Variranjem vrijednosti ϕ , u uslovima nejednake raspodjele obilježja, povećava se, odnosno smanjuje stepen koncentracije. Ova osobina može se iskoristiti za davanje većeg značaja nekim pokazateljima (rangiranje značaja pokazatelja) pri izračunavanju SIC u utvrđivanju ranga subjekata.

Ako postoji nejednakost u raspodjeli nekog obilježja, zbir kvadrata relativnog učešća biće manji od 1, uz istovremeno relativno povećanje moći subjekta sa većim relativnim učešćem i smanjenje moći subjekta sa manjim relativnim učešćem u raspodjeli. Dakle, relativno povećanje moći jednog subjekta, zbog nejednake raspodjele, ne nastaje iz ničega, nego je ono posljedica gubitka moći subjekata u inferiornom položaju u raspodjeli određenog obilježja.

Analizom se obuhvata n subjekata i njihovih m obilježja. Svaki pokazatelj određenim matematičkim postupkom prikazuje se kao vrijednost koeficijenta tipa s_{ij} (i – ti subjekt, j – ti pokazatelj). Vrijednost koeficijenta predstavlja relativno učešće subjekta u raspodjeli nekog obilježja. Ona je osnova za izračunavanje vrijednosti SIC. Međutim, kako neki od pokazatelja opisuju *pozitivne*, a neki *negativne* strane koncentracije, svi koeficijenti tipa s_{ij} razvrstavaju se u dvije grupe:

(1) *pozitivne* (s_{ij} , $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, m$), jer doprinose povećanju koncentracije poželjnih obilježja i -tog subjekta i

(2) *negativne* jer povećavaju koncentraciju neželjenih obilježja i -tog subjekta. *Negativne* koeficijente označićemo sa f_{ik} , ($i = 1, \dots, n$; $k = 1, \dots, p$), odnosno kao k -ti *negativni* pokazatelj za i -tog subjekta.

Svi koeficijenti tipa s_{ij} i f_{ik} se stepenuju sa odabranom vrijednošću ϕ , čime se smanjuje njihova apsolutna vrijednost (ako je $\phi > 1$), a povećava relativno učešće natprosječnih i smanjuje učešće ispod prosječnih vrijednosti koeficijenata u zbiru stepenovanih koeficijenata. Stepenovane vrijednosti koeficijenata se sabiraju za $i = 1, \dots, n$ i $j = \text{konstanta}$, odnosno $k = \text{konstanta}$.

$$S_j = \sum_{i=1}^n s_{ij}^\phi, j = \text{const.}, \quad \text{odnosno} \quad F_k = \sum_{i=1}^n f_{ik}^\phi, k = \text{const.},$$

a zatim, izračunava relativno učešće stepenovanih vrijednosti koeficijenata u dobijenom zbiru. Na ovaj način se dobijaju koeficijenti tipa s_{ij}^* i f_{ik}^* :

$$s_{ij}^* = \frac{s_{ij}^\phi}{\sum_{i=1}^n s_{ij}^\phi}, \quad j = \text{const.}, \quad \text{odnosno} \quad f_{ik}^* = \frac{f_{ik}^\phi}{\sum_{i=1}^n f_{ik}^\phi}, \quad k = \text{const.},$$

pri čemu mora važiti:

$$\sum_{i=1}^n s_{ij}^* = 1, j = \text{const.} \quad \text{i} \quad \sum_{i=1}^n f_{ik}^* = 1, k = \text{const.}$$

Koeficijenti s_{ij}^* i f_{ik}^* su neimenovani brojevi koji pokazuju relativni dio obilježja j koji je koncentrisan u subjektu i .

Sintetički indeks koncentracije (SIC) datog subjekta dobije se kao zbir vrijednosti koeficijenata tipa s_{ij}^* umanjen za zbir koeficijenata tipa f_{ik}^* :

$$SIC_i = \sum_{j=1}^m s_{ij}^* - \sum_{k=1}^l f_{ik}^* \quad (6)$$

Cilj svakog subjekta je da postigne što veću koncentraciju poželjnih obilježja, tako da je ciljna funkcija svakog subjekta:

$$\max SIC_i = \sum_{j=1}^m s_{ij}^* - \sum_{k=1}^l f_{ik}^* \quad (7)$$

Na osnovu vrijednosti SIC određuje se rang subjekta u koncentraciji odabranih obilježja svih analiziranih subjekata. Vrijednost indeksa mjeri koncentraciju svakog od obilježja u svim analiziranim subjektima i omogućuje njeno relativno poređenje na osnovu čega se utvrđuje rang subjekata prema parcijalnoj ili ukupnoj koncentraciji analiziranih obilježja.

4. SINTETIČKO MJERENJE KVALITETA ŽIVOTA U REPUBLICI SRPSKOJ

Vrijednost SIC za sve opštine izračunata je primjenom opisane metodologije za $\phi = 2$. Rangiranje opština izvršeno je prema opadajućoj vrijednosti SIC . U zavisnosti od vrijednosti SIC , izvršena je kategorizacija koncentracije socijalno-ekonomskih uslova života u opštinama na: (1) povoljnu koncentraciju, (2) ograničeno povoljnu koncentraciju, (3) djelimično nepovoljnu koncentraciju i (4) nepovoljnu koncentraciju. Osnova za ovakvu kategorizaciju je odnos vrijednosti SIC date opštine prema prosječnoj vrijednosti SIC -a (\bar{x}), prema vrijednosti \bar{x} uvećanoj za standardnu devijaciju (σ) i vrijednosti \bar{x} umanjenoj za standardnu devijaciju SIC . Dakle, kategorizacija je slijedeća:

Ako je $SIC_i > \bar{x} + \sigma$ – povoljna koncentracija,

Ako je $\bar{x} < SIC_i < \bar{x} + \sigma$ – ograničeno povoljna koncentracija,

Ako je $\bar{x} - \sigma < SIC_i < \bar{x}$ – djelimično nepovoljna koncentracija,

Ako je $SIC_i < \bar{x} - \sigma$ – nepovoljna koncentracija.

5. ZAKLJUČAK

SIC mjeri koncentraciju odabranih obilježja u odnosu na ukupnu vrijednost obilježja u datom skupu. Razlike u stepenu koncentracije nastaju kao posljedica neujednačene raspodjele obilježja između pripadnika analiziranog skupa. Najvišu vrijednost SIC , odnosno najpovoljniji rang, imaće onaj pripadnik analiziranog skupa koji ima najpovoljniji položaj u raspodjeli većeg broja analiziranih socijalnih i ekonomskih obilježja.

Rezultati analize podataka o vrijednosti 34 obilježja kvaliteta života u opštinama Republike Srpske potvrdili su visok stepen neujednačenosti kvaliteta života. Od analiziranih 48 opština, povoljnu koncentraciju imalo je osam opština, ograničeno povoljna koncentracija verifikovana je u 10 opština, djelimično nepovoljna koncentracija zabilježena je u 22 opštine, a nepovoljna u osam opština (vidi tabelu 1).

PRIOLOG I: POKAZATELJI MJERENJA KVALITETA ŽIVOTA U OPŠTINAMA SRPSKE

I GEOGRAFSKA OBILJEŽJA

1. Koeficijent površine (površina opštine, km² / površina RS, km²);
 2. Koeficijent obradivosti površine (oranične površine / površina opštine * 1.000);
 3. Koeficijent koncentracije obradivosti površine (površina oranica u opštini / površina oranica u RS);
 4. Koeficijent obrađenosti oranica (oranične površine – nezasijane oranice / oranične površine);
 5. Koeficijent raspoloživosti šuma (površina šuma u hektarima / površina opštine u hektarima);
 6. Koeficijent koncentracije šuma (površina opštine pod šumom, ha / površina šuma u RS, ha);
- Napomena:* svi pokazatelji pozitivno utiču na koncentraciju geografskih karakteristika opština.

II DEMOGRAFSKA OBILJEŽJA

7. Koeficijent nataliteta (živorođeni * 1.000 / broj stanovnika);
 8. Koeficijent mortaliteta (umrli * 1.000 / broj stanovnika);
 9. Koeficijent formiranja porodice (sklopljeni brakovi * 1.000 / broj stanovnika);
 10. Koeficijent dezintegracije porodice (razvedeni brakovi / sklopljeni brakovi);
 11. Koeficijent doseljavanja stanovništva na 1.000 stanovnika (doseljeni*1.000 / broj stanovnika);
 12. Koeficijent odseljavanja stanovništva na 1.000 stanovnika (odseljeni*1.000 / broj stanovnika);
- Napomena:* Koeficijenti 7, 9 i 11 imaju pozitivan, a 8, 10 i 12 negativan uticaj na koncentraciju demografskih karakteristika opština.

III EKONOMSKA OBILJEŽJA

13. Koeficijent poslovnog potencijala (broj poslovnih subjekata * 1.000 / broj stanovnika);
 14. Koeficijent investicione produktivnosti (ostvarene investicije / broj stanovnika);
 15. Koeficijent cijene rada (prosječna mjesečna neto plata);
 16. Koeficijent dohotka (ukupna mjesečna neto plata + ukupna mjesečna penzija / broj stanovnika);
 17. Koeficijent zaposlenosti (broj zaposlenih / broj stanovnika);
 18. Koeficijent nezaposlenosti (broj nezaposlenih / broj stanovnika);
 19. Koeficijent koncentracije prometa (promet na malo / broj stanovnika);
 20. Koeficijent koncentracije potrošačkih jedinica (broj prodavnica / 1.000 stanovnika);
 21. Koeficijent opremljenosti za saobraćaj (broj registrovanih motornih vozila / 1.000 stanovnika);
- Napomena:* Koeficijent 18 ima negativan, a svi ostali koeficijenti iz ove grupe pozitivan uticaj na indeks koncentracije ekonomskih karakteristika opština.

IV SOCIJALNA OBILJEŽJA

22. Koeficijent socijalnog staranja 1 (maloljetni primaoci socijalne zaštite*1.000 / broj stanovnika);
 23. Koeficijent socijalnog staranja 2 (odrasli primaoci socijalne zaštite*1.000 / broj stanovnika);
 24. Koeficijent obrazovanja 1 (broj djece u predškolskim ustanovama / broj stanovnika);
 25. Koeficijent obrazovanja 2 (broj djece u osnovnoj školi / broj stanovnika);
 26. Koeficijent obrazovanja 3 (broj djece u srednjoj školi / broj stanovnika);
 27. Koeficijent obrazovanja 4 (broj studenata / broj stanovnika);
 28. Koeficijent obrazovanja 5 (broj diplomiranih studenata / broj stanovnika);
 29. Koeficijent radne angažovanosti (broj zaposlenih / broj penzionera + broj nezaposlenih);
 30. Koeficijent održivosti penzionog sistema (broj penzionera / broj zaposlenih);
 31. Koeficijent izdržavanosti [(broj penzionera + broj nezaposlenih) / broj stanovnika];
 32. Koeficijent socijalne održivosti penzionera (prosječna penzija / prosječna plata);
 33. Koeficijent zdravstvene pokrivenosti 1 (broj ljekara na 1.000 stanovnika);
 34. Koeficijent zdravstvene pokrivenosti 2 (broj osiguranih lica / broj stanovnika);
- Napomena:* Koeficijenti 30 i 31 imaju negativan, a svi ostali iz ove grupe pozitivan uticaj na indeks koncentracije.

Tabela 1: Vrijednost SIC i rang kvaliteta života u opštinama Srpske

Opština/ grad	SIC		% od ukupne vrijednosti
	vrijednost	rang	
I POVOLJNA KONCENTRACIJA			
Banja Luka	1,35743758	1	6,2
Bijeljina	1,07810104	2	4,9
Gacko	1,02234963	4	4,6
Gradiška	0,82486864	7	3,7
Istočno Novo Sarajevo	1,02818395	3	4,7
Laktaši	0,92085829	5	4,2
Pale	0,74941044	8	3,4
Trebinje	0,83911807	6	3,8
II OGRANIČENO POVOLJNA KONCENTRACIJA			
Brod	0,57756407	14	2,6
Doboj	0,6449257	11	2,9
Istočna Ilidža	0,62340405	13	2,8
Modriča	0,73764845	9	3,4
Mrkonjić Grad	0,53694762	15	2,4
Prijedor	0,49448033	17	2,2
Prijedor	0,53015188	16	2,4
Ugljevik	0,63769512	12	2,9
Foča	0,67443586	10	3,1
Čelinac	0,47624119	18	2,2
III DJELIMIČNO NEPOVOLJNA KONCENTRACIJA			

Opština/ grad	SIC		% od ukupne vrijednosti
	vrijednost	rang	
Bileća	0,24309608	37	1,1
Višegrad	0,37044424	26	1,7
Derventa	0,42977856	21	2,0
Zvornik	0,45223411	19	2,1
Kneževo	0,19178403	40	0,9
Kozarska Dubica	0,27981798	34	1,3
Kostajnica	0,34163294	29	1,6
Kotor Varoš	0,41497702	22	1,9
Ljubinja	0,32966457	30	1,5
Milići	0,39349004	24	1,8
Nevesinje	0,26238102	35	1,2
Novi Grad	0,28913738	32	1,3
Ribnik	0,22630943	38	1,0
Rogatica	0,34441388	28	1,6
Sokolac	0,39127565	25	1,8
Srbac	0,39780698	23	1,8
Srebrenica	0,21858383	39	1,0
Teslić	0,43074004	20	2,0
Trnovo	0,2481584	36	1,1
Han Pijesak	0,28055109	33	1,3
Šamac	0,31933096	31	1,5

Opština/ grad	SIC		% od ukupne vrijednosti
	vrijednost	rang	
Šipovo	0,36355532	27	1,7
IV LOŠA KONCENTRACIJA			
Berkovići	0,08887822	47	0,4
Bratunac	0,14647082	45	0,7
Vlasenica	0,15691878	42	0,7

Opština/ grad	SIC		% od ukupne vrijednosti
	vrijednost	rang	
Kalinovik	0,07263923	48	0,3
Lopare	0,15967776	41	0,7
Rudo	0,09442023	46	0,4
Čajniče	0,15455498	43	0,7
Šekovići	0,15342994	44	0,7

LITERATURA

- [1] Ciccone, A. and Hall, R., 1996, Productivity and the density of economic activity, *American Economic Review* 86, 54–70.
- [2] Ciccone, A., 2002, Agglomeration Effects in Europe, *European Economic Review*, 46 (2), 213–227.
- [3] M. Fujita, M. and Tabuchi, T., 1997, Regional growth in postwar Japan, *Regional Science And Urban Economics* 27 (6), 643–670.
- [4] Getz M. and Huang, Y., 1978, Consumer revealed preference for environmental goods, *Economics and Statistics*, 449-458.
- [5] González, E., Cárcaba, A. and Ventura, J., 2011, Quality of Life Ranking of Spanish Municipalities, *Revista de Economía Aplicada Número 56 (vol. XIX)*, 123–148.
- [6] Hashimoto, A. and Ishikawa, H., 1993, Using DEA to evaluate the state of society as measured by multiple social indicators, *Socio-Economic Planning Sciences* 27, 257–268.
- [7] Henderson, J., Kunroco A. and Turner, M., 1995, Industrial development in cities, *Journal of Political, Economy* 103, 1067–1090.
- [8] Hirschman, A., 1964, The Paternity of an Index, *The American Economic Review*, Vol. 54, No. 5 (Sep. 1964), pp. 761, JSTOR 1818582.
- [9] Maurel, F. and Se´dillot, B., 1999, A measure of the geographic concentration in french manufacturing industries, *Regional Science and Urban Economics* 29, 575–604.
- [10] Mishra, S., 2012, Construction of Pena's DP2-based ordinal synthetic indicator when partial indicators are rank scores, North-Eastern Hill University, Shillong (India), 28. May 2012; Online at <http://mpira.uni-muenchen.de/39088/> MPRA Paper No. 39088, posted 29. May 2012 / 04:01.
- [11] Nordhaus, W. and Tobin, J., 1972, Is Growth Obsolete?, In “Economic Research: Retrospect and Prospect Vol 5: Economic Growth”, NBER, Volume URL: <http://www.nber.org/books/nord72-1>, Chapter URL: <http://www.nber.org/chapters/c7620>, 1 – 80.
- [12] Pena, J., 1977, *Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines*, Instituto Nacional de Estadística (INE), Madrid
- [13] Polinsky, A. and Rubinfeld, D., 1977, Property values and the benefits of environmental improvements: Theory and measurement, in: L. Wingo and A. Evans, eds., *Public economics and the quality of life* (The Johns Hopkins University Press, Baltimore), 154-180.
- [14] Ridker, R. and Henning, J., 1967, The Determinants of Residential Property Values With Special Reference to Air Pollution, *Economics and Statistics* Vol. 49 No. 2, 246-257.
- [15] Roback, J., 1982, Wages, Rents, and the Quality of Life, *The Journal of Political Economy*, Vol. 90, No. 6. (Dec. 1982), 1257–1278. Stable URL: <http://links.jstor.org/sici?sici=0022-3808%28198212%-2990%3A6%3C1257%3AWRATQO%3E2.0.CO%3B2-7>.
- [16] Rosen, S., 1979, Wage-based indexes of urban quality of life, In: *Current Issues in Urban Economics*, edited by P. Mieszkowski and M. Straszheim, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 74–104.
- [17] Spiezia, V., 2006, Measuring regional economies, *The Statistics Brief* No. 6, The Statistics Directorate of the OECD
- [18] Somarriba, N. and Pena, B., 2009, Synthetic Indicators of Quality of Life in Europe, *Social Indicators Research* 94, 115–133.



KORELIRANOST CIKLIČNIH KRETANJA RAZVIJENIH TRŽIŠTA KAPITALA I TRŽIŠTA KAPITALA U NASTAJANJU

CORRELATION OF THE CYCLICAL FLUCTUATIONS DEVELOPED CAPITAL MARKETS VS EMERGING MARKETS

AIDA BRKAN-VEJZOVIĆ¹, ZANIN VEJZOVIĆ²

¹ Ekonomski fakultet Univerziteta „Džemal Bijedić“ u Mostaru, BiH, aida.brkan@unmo.ba

² Nastavnički fakultet Univerziteta „Džemal Bijedić“ u Mostaru, BiH, zanin.vejzovic@unmo.ba

Rezime: Ovaj rad analizira koreliranost pojedinih faza ciklusa svojstvenih tržištima kapitala između razvijenih tržišta i tržišta u nastajanju merenjem stepena međuzavisnosti odabranih varijabli za vreme trajanja pojedinih cikličnih faza odnosnih tržišta. Analiza koreliranosti cikličnih kretanja je sprovedena kroz proveru usaglašenosti cikličnih faza ciklusa tržišta kapitala na osnovu detektovanja tačaka zaokreta ciklusa serija indeks cena deonica (ICD), utvrđivanja vremena kašnjenja ili prethođenja pojedinih faza ciklusa za tržišta u nastajanju u odnosu na ciklični obrazac razvijenog tržišta i izračunavanje Pearsonovog koeficijenta korelacije za celi obuhvaćeni period i po pojedinim fazama ciklusa. Prostorni obuhvat istraživanja se odnosi na odgovarajuće reprezentante razvijenih tržišta (SAD) i tržišta kapitala u nastajanju (Češka Republika, Estonija, Slovačka Republika i Slovenija) za period 1997Q2-2010Q4. Posebna analiza je sprovedena za tržište kapitala Bosne i Hercegovine kroz ocenu odnosa bosanskohercegovačkog tržišta kapitala i odabranih tržišta kapitala u nastajanju, kao i odnosa bosanskohercegovačkog tržišta kapitala i reprezentata razvijenih tržišta kapitala po pojedinim fazama ciklusa.

Cljučne reči: ciklus, faza ciklusa, tržište kapitala, vreme prethođenja, vreme zaostajanja

Abstract: This paper analyzes the correlation of the individual stock market cycle phases between developed markets and emerging markets by measuring the degree of interdependence between selected variables during certain cycle phases respective markets. Analysis of the correlation between the cyclical movement is carried out by verification of compliance cyclical phases for the capital markets on the basis of detecting turning points of the series Stock Price Index (CSI), calculating the time of lagging or leading individual emerging markets cycle phases compared to developed markets cyclical pattern and calculating Pearson correlation coefficient for the entire period covered and individual phases of the cycle. This research is taken account the representatives of developed markets (the U.S.) and emerging capital markets (Czech Republic, Estonia, the Slovak Republic and Slovenia) for the period 1997Q2-2010Q4. A separate analysis was conducted for the capital market of Bosnia and Herzegovina through the evaluation of the B&H capital markets and selected emerging capital markets, as well as the relationship of B&H capital markets and the representative of developed capital markets at different stages of the cycle.

Keywords: cycle, cycle phase, capital market, time of leading, time of lagging

1. UVOD

Uz preduslov da cene deonica reflektuju sadašnju vrednost svih očekivanih novčanih tokova vezanih uz deonice onda tržišta kapitala reaguju na promene u realnom poslovnom ciklusu. Ako se očekuje pad realne aktivnosti u skorjoj budućnosti, slabiji poslovni rezultati preduzeća koja kotiraju na berzi i smanjenje ostvarenih rezultata kroz smanjenje dividendi, onda će kao krajnja posledica pada realne aktivnosti doći i do pada cena deonica.

Na duži rok, postoji čvrsta korelacija između stanja privrede i kretanja cena vrednosnih papira. Tako npr. cene deonica su u porastu kada je opšta privredna konjunktura povoljna i obrnuto. Urađene su brojne studije u okviru kojih je potvrđena veza između realne ekonomske aktivnosti i tržišta kapitala i za razvijena i za tržišta kapitala u nastajanju (Siliverstovs i Ha Duong, 2006; Maysami i Sims, 2002; Büyüksalvarci, 2010; Daferighe i Aje, 2009; Singh, 2010; Hsing, 2011; Pilinkus, 2009; Humpe i Macmillan, 2007).

Promena kretanja na tržištu kapitala se najočiglednije iskazuje kroz promenu berzanskih indeksa na način da berzanski indeksi uglavnom počinju sa padom nekoliko meseci pre nego što nastupi recesija jer institucionalni investitori predviđajući recesiju unapred anticipiraju redukciju zarada za mnoge obične deonice. Periodi različitih tržišnih kretanja cena vrednosnih papira u najvećem stepenu su vezani za promenu ciklusa recesije i ekspanzije nacionalnih ekonomija. Određena preliminarna istraživanja pokazuju da u vremenu prosperiteta nema značajnijeg kauzaliteta između kretanja na razvijenim i tržištima kapitala u nastajanju, dok se u vremenu recesije kretanja na tržištima u nastajanju javljaju kao reakcija dešavanja na razvijenim tržištima. S tim u vezi u radu je upravo aktuelizirano pitanje inteziteta povezanosti tržišta kapitala iz različitih razvojnih skupina i jačine veze razvijenih tržišta i tržišta kapitala u nastajanju po pojedinim fazama poslovnog ciklusa, razmatrajući koreliranost cikličnih kretanja tržišta kapitala kao i uticaj razvijenih tržišta na tržišta u nastajanju po pojedinim fazama ciklusa, merenjem stepena međuzavisnosti cikličnih kretanja analiziranih tržišta.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Na osnovu poređenja karakteristika vremenskih serija povrata na deonice za 21 razvijeno tržište i 20 tržišta kapitala u razvoju, Tsouma (2007) je zaključio da postoji značajna međuzavisnost između tržišta kapitala u celom svetu. Ustanovljeno je postojanje izvesnih razlika povrata na deonice za razvijena tržišta i tržišta kapitala u nastajanju s obzirom na predvidivost povrata, evaluaciju promena u nivou neizvesnosti, procene efekata realiziranih šokova i načina obrade informacija s internacionalnih tržišta kapitala posebno tržišta SAD-a i Japana.

D'eclesia i Costantini (2006) su analizirali prirodu odnosa između tržišta kapitala Kanade, Japana, UK i SAD-a s ciljem sagledavanja zajedničkih trendova i ciklusa u svojstvima navedenih tržišta. Gledano kratkoročno, promene kretanja ključnih varijabli navedenih tržišta kapitala su uglavnom usaglašene pod uticajem ciklične komponente, posebno kao odgovor na određene globalne događaje, dok su dugoročno, tržišta pod uticajem trenda koga u najvećoj meri determinišu fundamentalni faktori svakog tržišta.

Morana (2008) je pokušao oceniti ulogu ekonomskih i finansijskih integracija na kretanja svojstvena tržištima kapitala SAD, UK, Japana, Kanade i Euro-12 za period 1980Q1–2005Q2. Rezultati istraživanja su pokazali da globalni ekonomski šokovi, povezani sa šokovima tražnje i produktivnosti mogu objasniti većinu fluktuacija na tržištima kapitala SAD i UK, kao i da finansijska integracija, bez ekonomske integracije verovatno neće biti dovoljan preduslov za srednjoročnu usaglašenost promena na tržištima kapitala razvijenih zemalja.

Silverstovs i Ha Duong (2006) su analizirali vezu između pokazatelja tržišta kapitala i pokazatelja realne ekonomske aktivnosti za pet evropskih zemalja (Nemačka, Francuska, Holandija, Italija i Veliku Britaniju) i ustanovili da specifičnosti zemlje i promene relevantnih makroekonomskih pokazatelja utiču na nacionalna tržišta kapitala navedenih evropskih zemalja, ali mnogo manje nego promene sa regionalnog ili čak globalnog tržišta kapitala, što se može objasniti značajnom integriranosti nacionalnih tržišta kapitala analiziranih zemalja.

Primenom eksponencijalnog GARCH modela, Hsing (2011) je ispitao uticaj odabranih makroekonomskih varijabli na berzanske indekse za Brazil, Rusiju, Indiju i Kinu i utvrdio pozitivan uticaj stope rasta realnog BDP-a, M2/BDP, indeksa američkog tržišta kapitala i negativan uticaj deficit/BDP, realne kamatne stope, nominalnog deviznog kursa, stope inflacije i prinosa na američke državne obveznice. Prema Hsingu, nosioci vlasti trebaju podsticati privredni rast, fiskalnu disciplinu, niže realne kamatne stope i stope inflacije i pratiti kretanja na vodećim svetskim tržištima kapitala koja ostvaruju uticaj na performanse analiziranih tržišta. Primenom istog metodološkog okvira, Hsing je sproveo istraživanja i za tržište kapitala Češke Republike. Utvrdio je pozitivnu vezu između berzanskog indeksa i realnog BDP-a i pozitivan uticaj indeksa američkog, odnosno njemačkog tržišta kapitala na promene na tržištu kapitala Češke Republike.

Za praćenja podudarnosti ciklusa Edwards, Biscarri i Perez de Gracia (2003) pored korelacija povrata na ulaganja koriste Indeks sinhronizacije (CI) faza rastućeg i opadajućeg tržišta. Rezultati njihovih istraživanja su pokazali da se usaglašenost faza ciklusa značajno promenila nakon sprovedenih reformi finansijskog sistema, što je doprinelo većem stepenu usaglašenosti ciklusa za zemlje Latinske Amerike (Argentinu, Brazil, Čile, Meksiko) i Azije (Južna Koreja i Tajland). Do sličnih rezultata su došli izračunavanjem koeficijenta korelacije povrata i CI indeksa. Međutim, analiza zasnovana na koeficijentu korelacije je više pod uticajem kratkoročnih tržišnih kretanja i stoga je adekvatnija za kratkoročna predviđanja, za razliku od CI indeksa koji daje bolji prikaz razvoja tržišta u srednjem ili dugom roku.

3. REZULTATI EMPIRIJSKE ANALIZE

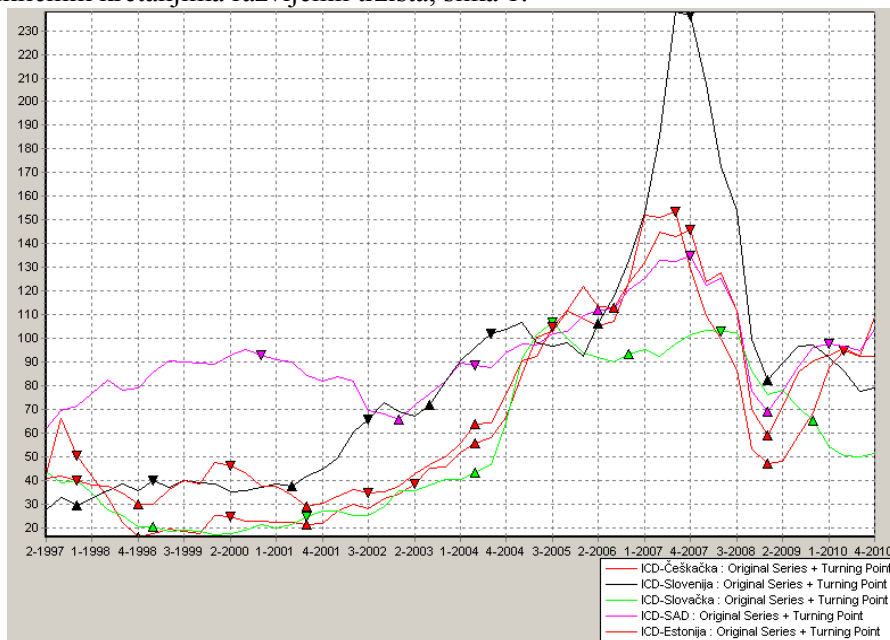
Na osnovu posmatranja vremenskih serija relativnih promena indeksa cena deonica (ICD-a) za period 1997-2010. godina proverena je usaglašenost ciklusa tržišta kapitala razvijenih tržišta i tržišta u nastajanju. Za predstavnika razvijenih tržišta odabrano je tržište SAD-a, zbog značajnosti tržišta u globalnim okvirima i dominantno najrazvijenije metodologije obuhvata i analize cikličnih kretanja. Češka Republika je odabrana kao predstavnik naprednih tržišta u nastajanju s okončanim procesima restrukturiranja finansijskog sektora, dok uzorak rubnih tržišta sačinjavaju Estonija, Slovačka Republika i Slovenija. U postupku odabira zemalja predstavnica pojedinih tržišta, testiran je veći broj zemalja. Rezultati sprovedenih testova i analiza za zemlje iz iste razvojne skupine nisu ukazali na značajne razlike, tako da su odabrane za analizu i neke druge zemlje, zaključci bi bili slični.

U tabeli 1 je dat pregled tačaka zaokreta ciklusa serija ICD-a koje su detektovane primenom NBER-ove (The National Bureau of Economics Research) procedure datiranja ciklusa na neizglađenim podacima i eventualno kašnjenje ili prethođenje pojedinih faza ciklusa za tržišta u nastajanju u odnosu na ciklični obrazac razvijenog tržišta.

Tabela 1: Vođenje/zaostajanje tačaka zaokreta ciklusa u odnosu na referentnu seriju ICD SAD

	Vrh	Dno	Vrh	Dno	Vrh	Dno	Vrh
ICD-SAD	O4-2000	O1-2003	O2-2004	O2-2006	O4-2007	O1-2009	O1-2010
ICD-Estonija	-2	5	-4	-1	-1	0	1
ICD-Slovačka	3	5	5	2	2	3	-
ICD-Slovenija	-7	2	1	0	0	0	-
ICD-Češka	-2	5	5	1	0	0	-

Ako se prate ciklične fluktuacije razvijenog tržišta kapitala SAD-a, prikazane kroz ciklus ICD-a, onda se može zaključiti da se ciklični poremećaji razvijenog tržišta uglavnom prenose s odgovarajućim zaostajanjem na tržišta kapitala u nastajanju. Nakon sprovedenih tranzicijskih procesa i liberalizacije tržišta, može se reći da od 2006. godine Slovenija i Češka Republika imaju podudaran ciklični obrazac s razvijenim tržištima, dok se za Slovačku Republiku beleže kašnjenja u nastupanju pojedinih faza ciklusa za 2-3 kvartala. Od 2006. godine i tržište kapitala Estonije je sve više pod uticajem razvijenih tržišta, pa se od tada ostvaruje i bolja prilagođenost cikličnim kretanjima razvijenih tržišta, slika 1.



Slika 1: Referentne tačke ciklusa tržišta kapitala – razvijena tržišta vs tržišta u razvoju

Rezultati izračunavanja Pearsonovog koeficijenta korelacije cikličnih kretanja za celi obuhvaćeni period ukazuju na jaku pozitivnu vezu cikličnih kretanja tržišta kapitala između predstavnika rubnih tržišta i naprednih tržišta u nastajanju s razvijenim tržištem SAD-a, tabela 2.

Posmatrano za celi obuhvaćeni period period 1997Q2-2010Q4, kretanja na tržištima kapitala odabranih zemalja pokazuju statistički signifikantan nivo usaglašenosti kretanja (tabela 2).

Tabela 2: Koeficijenti korelacije ICD-a

	ICDČeška	ICDEstonija	ICDSlovačka	ICDSlovenija	ICDSAD
ICDČeška	1	,959(**)	,907(**)	,885(**)	,871(**)
ICDEstonija		1	,868(**)	,832(**)	,802(**)
ICDSlovačka			1	,819(**)	,674(**)
ICDSlovenija				1	,799(**)
ICDSAD					1

** Korelacija je statistički signifikantna na nivou 0,01(dvosmerni test).

Jačine veza po pojedinim fazama ciklusa, prikazana je u tabelama 3 i 4.

Tabela 3: Koeficijenti korelacije serija ICD za vreme opadajućeg tržišta

2000Q4-2003Q1					
	ICDČeška	ICDEstonija	ICDSlovačka	ICDSlovenija	ICDSAD
ICDČeška	1	,465	,039	,258	-,098
ICDEstonija		1	,783(**)	,925(**)	-,822(**)
ICDSlovačka			1	,754(*)	-,831(**)
ICDSlovenija				1	,944(**)
ICDSAD					1
2004Q2-2006Q2					
	ICDČeška	ICDEstonija	ICDSlovačka	ICDSlovenija	ICDSAD
ICDČeška	1	,960(**)	,860(**)	-,228	,961(**)
ICDEstonija		1	,942(**)	-,232	,881(**)
ICDSlovačka			1	-,117	,758(*)
ICDSlovenija				1	-,075
ICDSAD					1
2007Q4-2009Q1					
	ICDČeška	ICDEstonija	ICDSlovačka	ICDSlovenija	ICDSAD
ICDČeška	1	,984(**)	,920(**)	,966(**)	,998(**)
ICDEstonija		1	,865(*)	,996(**)	,976(**)
ICDSlovačka			1	,851(*)	,939(**)
ICDSlovenija				1	,958(**)
ICDSAD					1

** Korelacija je statistički signifikantna na nivou 0,01 (dvosmerni test).

* Korelacija je statistički signifikantna na nivou 0,05 (dvosmerni test).

Tabela 4: Koeficijenti korelacije serija ICD za vreme rastućeg tržišta

2000Q4-2003Q1					
	ICDČeška	ICDEstonija	ICDSlovačka	ICDSlovenija	ICDSAD
ICDČeška	1	,983(**)	,968(**)	,954(**)	,942(**)
ICDEstonija		1	,944(**)	,926(**)	,965(**)
ICDSlovačka			1	,958(**)	,911(**)
ICDSlovenija				1	,929(**)
ICDSAD					1
2004Q2-2006Q2					
	ICDČeška	ICDEstonija	ICDSlovačka	ICDSlovenija	ICDSAD
ICDČeška	1	,931(**)	,647	,827(**)	,944(**)
ICDEstonija		1	,663	,867(**)	,957(**)
ICDSlovačka			1	,643	,558
ICDSlovenija				1	,929(**)
ICDSAD					1
2007Q4-2009Q1					
	ICDČeška	ICDEstonija	ICDSlovačka	ICDSlovenija	ICDSAD
ICDČeška	1	,849	-,811	,871	,990(**)
ICDEstonija		1	-,994(**)	,481	,887(*)
ICDSlovačka			1	-,427	-,855
ICDSlovenija				1	,823
ICDSAD					1

** Korelacija je statistički signifikantna na nivou 0,01(dvosmerni test).

* Korelacija je statistički signifikantna na nivou 0,05(dvosmerni test).

Prema koeficijentima korelacije prikazanim u tabelama 3 i 4 može se zaključiti da postoji jača veza između tržišta kapitala u nastajanju i razvijenih tržišta za vreme opadajućeg tržišta. Tokom opadajućeg tržišta sva analizirana tržišta u nastajanju ostvaruju statistički signifikantnu povezanost s tržištem kapitala SAD-a. Oblik povezanosti nakon završenih reformskih procesa i transformacije finansijskog sektora je isključivo pozitivan tokom faze opadajućeg tržišta. Suprotno vredi za fazu rasta tržišta, jer su koeficijenti korelacije najniži za vreme poslednje detektovane faze rasta gledano za celi uzorak tržišta u nastajanju. Povezanost je slabija za vreme faze rasta u odnosu na fazu opadanja tržišta, ali se ipak ne može generalizovati zaključak da ne postoji uticaj (determiniranost kretanja) razvijenih tržišta na tržišta u nastajanju, odnosno rubna tržišta za vreme bull tržišta.

Tržište kapitala BiH se manifestuje kroz postojanje Sarajevske berze SASE u Federaciji BiH i Banjalučke berze BLSE u Republici Srpskoj. BIFX i FIRS su benchmark indeksi Sarajevske i Banjalučke berze, respektivno koji prate kretanje cena investicionih fondova, nekadašnjih privatizacijskih investicionih fondova – PIF-ova uvrštenih na tržište SASE i BLSE.

Na osnovu serija mesečnih podataka berzanskih indeksa za tržište kapitala BiH i odabranih tržišta koja su prema klasifikaciji FTSE Group označena kao tržišta u razvoju proverena je koreliranosti njihovih cikličnih kretanja. Prema podacima prikazanim u tabeli 5, Sarajevska berza ostvaruje značajan stepen usaglašenosti kretanja s tržištem kapitala Slovačke Republike. S tržištem kapitala Estonije i Slovenije je ostvarena umerena pozitivna korelacija. Isti zaključak se ne može dati za slučaj Banjalučke berze. Kada je u pitanju indeks FIRS, najveći stepen istosmerne koreliranosti kretanja je ostvaren sa slovenačkim berzanskim indeksom od $r = 0,47$ (tabela 6).

Tabela 5: Kroskorelaciona analiza BIFX – odabrana tržišta kapitala u nastajanju

BIFX	Cross-correlation	
	r_0	r_{max}
Tallinn Stock Exchange Index	0,47	0,48
FIRS	-0,43	-0,83
Slovak Share Index	0,91	0,92
Slovenski Borzni Indeks	0,49	0,76

Tabela 6: Kroskorelaciona analiza FIRS – odabrana tržišta kapitala u nastajanju

FIRS	Cross-correlation	
	r_0	r_{max}
BIFX	-0,43	-0,83
Tallinn Stock Exchange Index	0,29	0,58
Slovak Share Index	-0,53	-0,93
Slovenski Borzni Indeks	0,47	0,89

Rezultati kroskorelacione analize tržišta kapitala BiH – odabrana razvijena tržišta kapitala, predstavljeni u tabeli 7.

Tabela 7: Kroskorelaciona analiza BIFX i FIRS – odabrana razvijena tržišta kapitala

Dow Jones Industrial Average (DJIA)	Cross-correlation	
	r_0	r_{max}
BIFX	0,43	0,96
Deutcher Actien Index (DAX)	0,97	0,99
FIRS	0,54	0,96
Financial Times-Stock Exchange 100	0,97	0,99

Na osnovu koeficijenata korelacije koji su predstavljeni u tabeli 7 može se zaključiti da razvijena tržišta imaju gotovo podudaran ciklični obrazac. Tržište kapitala oba entiteta pokazuju umerenu pozitivnu koreliranost s dešavanjima na razvijenim tržištima kapitala.

4. ZAKLJUČAK

Merenjem stepena međuzavisnosti cikličnih kretanja analiziranih tržišta utvrđena je koreliranost cikličnih kretanja tržišta kapitala kao i uticaj razvijenih tržišta na rubna tržišta po pojedinim fazama ciklusa. Ciklične fluktuacije tržišta kapitala u nastajanju, odnosno rubnih tržišta kapitala u najvećem broju slučajeva prate ciklične zaokrete razvijenih tržišta kapitala. Nakon okončanja procesa liberalizacije analiziranih tržišta u nastajanju evidentna je bolja prilagođenost cikličnih kretanja tržišta kapitala u nastajanju cikličnim zaokretima razvijenih tržišta.

Posmatrano po pojedinačnim fazama ciklusa, prema rezultatima korelacione analize, postoji jača veza između tržišta kapitala u nastajanju i razvijenih tržišta za vreme opadajućeg tržišta, koja je statistički signifikantna i isključivo pozitivna za sva analizirana tržišta.

Za vreme faze rasta tržišta, povezanost na relaciji razvijena tržišta – tržišta kapitala u nastajanju je slabija u odnosu na fazu pada. Prema podacima karakterističnim za poslednju detektovanu fazu rasta koeficijenti korelacije serija reprezentata kretanja na tržištima kapitala SAD-a i Slovačke Republike i SAD-a i Slovenije statistički nisu značajni na nivou $\alpha = 0,05$, ali s druge strane označena je statistička značajnost koeficijenta korelacije ICD Češka i ICD Estonija s serijom ICD SAD, što upućuje na zaključak da kretanja na razvijenim tržištima determinišu kretanja na tržištima kapitala u nastajanju i tokom faze rasta (minimalno 68% tokom poslednje detektovane faze rasta) i pada ciklusa (minimalno 88% tokom poslednje detektovane faze pada), ali i da je intezitet ostvarenog uticaja razvijenih tržišta kapitala na tržišta u nastajanju značajniji u fazi opadanja nego u fazi rasta.

Serije berzanskih indeksa tržišta kapitala BiH ostvaruju određenu koreliranost kretanja s razvijenim tržištima kapitala i tržištima kapitala u razvoju. Kroskorelacionom analizom je utvrđen značajan stepen usaglašenosti kretanja SASE s tržištem kapitala Slovačke Republike i umerena pozitivna korelacija s tržištem kapitala Estonije i Slovenije. Banjalučka berza ostvaruje manji stepen usaglašenosti kretanja s odabranim tržištima u razvoju u odnosu na SASE. Kretanja na tržištima kapitala oba entiteta ostvaruju umerenu pozitivnu koreliranost s dešavanjima na razvijenim tržištima kapitala.

LITERATURA

- [1] Büyüksalvarci, A., (2010), The Causal Relationship between Stock Prices and Macroeconomic Variables: A Case Study for Turkey, *International Journal of Economic Perspectives*, 4 (4): 601-610.
- [2] D'Ecclesia, R. L. i Costantini, M., (2006), Comovements and Correlations in International Stock Markets, *The European Journal of Finance*, 12 (6-7): 567-582.
- [3] Daferighe, E. E. i Aje, S. O., (2009), An Impact Analysis of Real Gross Domestic Product Inflation and Interest Rates on Stock Prices of Quoted Companies in Nigeria, *International Research Journal of Finance and Economics*, Issue 25: 53-63.
- [4] Edwards, S., Biscarri, J. G. i Perez de Gracia, F., (2003), Stock Market Cycles, Financial Liberation and Volatility, *NBER, Working paper no. 9817*
- [5] Hsing, Y., (2011), Effects of Macroeconomic Variables on the Stock Market: The Case of the Czech Republic, *Theoretical and Applied Economics*, 16 (7): 53-64.
- [6] Hsing, Y., (2011), The Stock Market and Macroeconomic Variables in a BRICS Country and Policy Implications, *International Journal of Economics and Financial Issues*, 1 (1): 12-18.
- [7] Humpe, A. i Macmillan, P., (2007), Can Macroeconomic Variables Explain Long Term Stock Market Movements? A Comparison of the US and Japan, *CDMA Working Paper*, (7/20), preuzeto sa: <http://ssrn.com/abstract=1026219>
- [8] Kwon, C.S. i Shin, T. S., Cointegration and Causality Between Macroeconomic Variables and Stock Market Returns, *Global Finance Journal*, 10 (1): 71-81.
- [9] Maysami, R. C. i Sim, H. H., (2002), Macroeconomics variables and their relationship with stock returns: error correction evidence from Hong Kong and Singapore, *The Asian Economic Review*, 44(1): 69-85.
- [10] Morana, C., (2008), International stock markets comovements: the role of economic and financial integration, *Empir Econ*, (35): 333-359.
- [11] Pagan A. i Sossounov K. A., (2003), A Simple Framework for Analysing Bull and Bear Markets, *Journal of Applied Econometrics*, (18): 23-46.
- [12] Pilinkus, D., (2009), Stock Market and Macroeconomic Variables: Evidences from Lithuania, *Journal of Economics and Management*, (14): 884-891.
- [13] Siliverstovs, B. i Ha Duong, M., (2009), On the role of stock market for real economic activity: Evidence for Europe, *DIW Berlin Discussion Paper 599*, 2009.
- [14] Singh, D., (2010), Causal Relationship Between Macro-Economic Variables and Stock Market: A Case Study for India, *Pakistan Journal of Social Sciences*, 30 (2): 263-274.
- [15] Tsouma, E., (2007), Stock return dynamics and stock market interdependencies, *Applied Financial Economics*, (17): 805-825.



STATISTIČKA ANALIZA PERFORMANSI FUDBALSKIH TIMOVA

STATISTICAL PERFORMANCE ANALYSIS OF FOOTBALL TEAMS

MILAN RADOJIČIĆ, NEMANJA MILENKOVIĆ, SELENA TOTIĆ, ALEKSANDAR BIJELIĆ,
ALEKSANDAR ĐOKOVIĆ

Fakultet organizacionih nauka, Beograd, radojicic.milan@hotmail.com

Rezime: U modernom sportu su, kako za trenere, tako i za top menadžment timova, veoma značajne precizne informacije o sposobnostima i karakteristikama njihovih igrača. Analizom tih informacija može se poboljšati kvalitet sopstvenog tima kroz povećanje individualnog doprinosa svakog igrača. U ovom radu su korišćenjem statističkih metoda faktorske i klaster analize analizirane performanse igračkog kadra fudbalskih klubova Real Madrida i Barcelone. Rezultati pokazuju snagu igračkog kadra oba tima, kao i njihove slabosti koje je potrebno otkloniti.

Ključne reči: analiza performansi, multivarijaciona analiza, faktorska analiza, klaster analiza, fudbalski timovi.

Abstract: In modern sports it is very important, both for coaches and top management, to obtain accurate information about skills and characteristics of players. Adequate analysis of this information, can improve quality of team through increase in individual contribution of each player. In this paper, statistical methods of factor analysis and cluster analysis were used in order to analyze performance of Real Madrid C.F. and FC Barcelona. Results showed strengths of both teams, as well as weaknesses that need to be eliminated.

Keywords: performance analyzes, multivariate analysis, factor analysis, cluster analyses, football teams.

1. UVOD

Sve do kraja osamdesetih i početka devedesetih godina 20. veka većina sportskih klubova se u potpunosti oslanjala samo na ekspertsko znanje čoveka tj. verovalo se da domenski ekspert (glavni trener, kondicioni trener) može efektivno da donosi odluke samo na osnovu podataka koje poseduje i svog znanja. U poslednjih desetak godina, sa pojavom velikog broja različitih tipova podataka, javila se potreba da se ti podaci iskoriste na pravi način. Posmatrano kroz fudbalsku prizmu, ti podaci mogu biti raznoliki – od učinka na terenu, preko finansijskih izveštaja klubova, pa sve do ličnih karakteristika i sposobnosti samih igrača.

Menadžer koji je dobro upoznat sa sklonostima i veštinama svojih igrača ima bolje preduslove da sastavi pobedničku taktiku. Do tridesetih godina 20. veka vrlo malo pažnje se pridavalo samoj taktici. Sve je bilo prepušteno samim igračima i njihovim tehničkim sposobnostima. Kasnije se uvidela značajnost taktičkih postavki, pa taktika postaje jedan od glavnih faktora koji utiče na takmičarsku uspešnost timova. Nakon osamdesetih godina 20. veka, pored taktike, fizičke sposobnosti igrača predstavljaju najznačajnu komponentu fudbalske igre. Zbog toga sve više sportskih organizacija ulaže dodatne resurse kako bi nove podatke pretvorile u upotrebljivo znanje i ostvarile bolje rezultate. Informacije se mogu sakupiti u obliku statističkih podataka, ali i video snimaka prethodnih mečeva (Hughes & Hughes, 2005). Ove informacije su od ključnog značaja, kako bi treneri imali uvid u efikasnost protivničkog tima (Carling *et al.* 2005.). Poznata je velika investicija fudbalskog kluba Milan u visoko-tehnološki, interdisciplinarni naučno–istraživački centar pod nazivom MilanLab. On pruža ekspertsku odluku za svakog igrača pojedinačno, kako u procesu donošenja trenažnih odluka, tako i u odlučivanju da li da se produži ugovor sa igračem. Kao što se može videti u Tabeli 1 moderni sport se može hijerarhijski podeliti u pet nivoa u zavisnosti od uticaja analitike.

Analize klasifikovanja spadaju u četvrti nivo jer ne vrše nikakvu prediktivnu analizu. Međutim, one mogu biti od izuzetnog značaja prilikom donošenja odluka na kojoj poziciji bi trebalo da nastupi određeni igrač ili kako igrača prilagoditi određenoj poziciji.

Sportska analitika tj. analiza performansi igrača je relativno nov način podrške u odlučivanju sportskih trenera (Hughes and Franks, 2008). U poslednjih nekoliko godina je prihvaćen kao neizostavan deo u procesu selekcije igrača (Nelson and Groom, 2012, Nelson *et al.* 2011) u najvećim evropskim i svetskim

klubovima. Glavni cilj analize performansi igrača je da se uoče prednosti i slabosti igrača, a samim tim i tima, kako bi se uvela potrebna poboljšanja (Carling *et al.* 2005)

Tabela 1: Nivoi sportske analitike

Nivo	Analitika
<i>Prvi</i>	Ne koristi se
<i>Drugi</i>	Čovek donosi odluku na osnovu intuicije
<i>Treći</i>	Čovek donosi odluku na osnovu istorijskih podataka
<i>Četvrti</i>	Odluka se donosi na osnovu statističkih i drugih analiza
<i>Peti</i>	Koristi se sportska analitika

U ovom radu će biti analizani podaci o igračima dva trenutno najbolja španska kluba – Real Madrida i Barcelone, koji su sezonu 2011/2012 završili na prvom i drugom mestu, repektivno. Korišćenjem multivarijacionih statističkih metoda biće objašnjeni razlozi uspeha, odnosno neuspeha ova dva kluba. Pored toga, biće prikazani najznačajniji faktori i karakteristike koje igrač kvalitetnog evropskog ili svetskog fudbalskog kluba mora da poseduje.

2. METODOLOGIJA

2.1. Faktorska analiza

Faktorska analiza je jedna od statističkih metoda koja je pogodna za opis međusobne zavisnosti velikog broja promenljivih. Ona predstavlja tehniku za smanjenje količine podataka redukovanjem originalnog skupa opazljivih promenljivih i formiranjem skupa malog broja neopažljivih faktora (Kovačić, 1994). Na taj način identifikuje se druga, ne direktno vidljiva dimenzija posmatrane pojave. Pored toga što se smanjuje broj promenljivih, ujedno se olakšava i interpretacija rešenja jer ona često služi kao međukorak u sprovođenju drugih statističkih metoda kao što su, na primer, regresiona ili klaster analiza. Faktorska analiza obuhvata nekoliko različitih, ali srodnih tehnika. Najčešća je podela na:

- Analizu glavnih komponenti (principal components analysis, PCA)
- Analizu zajedničkih faktora (common factor analysis, CFA)

U ovom radu je korišćena PCA tehnika. Ona se zasniva na varijansama, smanjivanjem dimenzije problema uz zadržavanje maksimalno mogućeg varijabiliteta. U njoj se prvobitne promenljive transformišu u linearne kombinacije originalnih promenljivih, kako bi se obuhvatio što veći deo varijanse originalnog skupa promenljivih.

Faktorska analiza se sprovodi u četiri koraka:

- Ocena opravdanosti faktorske analize
- Izdvajanje faktora
- Rotacija faktora
- Izračunavanje faktorskih skorova

U prvom koraku postoje dva testa opravdanosti primene faktorske analize: Kajzer-Mejer-Oklinova mera adekvatnosti uzorka koja preporučuje vrednost od 0.6 kao najmanji iznos prihvatljiv za dobru faktorsku analizu (Kaiser, 1970) i Bartletov test sferičnosti koji bi trebalo da bude statistički značajan ($p < 0.05$) da bi faktorska analiza bila opravdana (Lattin *et al.* 2003). U drugom koraku se određuje najmanji broj faktora koji dobro predstavljaju podatke. Za određivanje broja faktora koje treba zadržati postoje više tehnika – Kajzerov kriterijum, Katelov kriterijum itd. U ovom radu korišćen je Kajzerov kriterijum (kriterijum karakterističnih vrednosti) koji sugeriše da se u daljoj analizi zadržavaju samo oni faktori koji imaju vrednosti karakterističnih korena veće od 1 (Kaiser and Dickman, 1959). Prva glavna komponenta se izdvaja tako da obuhvata najveći deo varijanse originalnog skupa podataka, a naredne komponente se formiraju tako da obuhvata onaj deo varijanse originalnog skupa podataka koji nije obuhvaćen prethodno izdvojenim glavnim komponentama. Rotacija faktora se obavlja radi lakšeg tumačenja samog rešenja. Rotacija može biti ortogonalna i kosa. U sprovedenoj analizi je korišćena ortogonalna Varimax rotacija koja minimizira broj promenljivih sa visokim apsolutnim vrednostima faktorskih težina (Kaiser, 1958). U četvrtom koraku se za svaku opservaciju i za svaki faktor izračunavaju skorovi. Ovi skorovi se mogu kasnije koristiti kao podaci u drugim analizama.

2.2. Klaster analiza

Klaster analiza je naziv za grupu multivarijacionih tehnika koje se koriste za grupisanje objekata u grupe, tako što su objekti unutar grupe slični među sobom, a između grupa znatno različiti (Kovačić, 1994), pa se na taj način slične jedinice nalaze u istoj grupi. Bazirana je na karakteristikama koje poseduju objekti. Za razliku od faktorske analize koja je orijentisana ka varijablama, klaster analiza je orijentisana ka jedinicama posmatranja. Grupisanje se vrši na osnovu skora koji se izračunava na osnovu vrednosti obeležja po svim promenljivima, za svaku jedinicu posmatranja posebno. Metod koji se koristi za klasifikaciju mora biti potpuno numerički. Klaster analiza može da pokaže neočekivano grupisanje objekata, što signalizira da postoje neke relacije između posmatranih objekata koje do tada nisu bile uočljive. Sa većim brojem promenljivih uključenih u analizu, teže je pronaći odgovarajući šablon za grupisanje jedinica posmatranja (Gower, 1967). Klaster analiza se koristi prvenstveno kao istraživačka tehnika. Rešenje u potpunosti zavisi od promenljivih koje su korišćene kao osnova za meru sličnosti. Dodavanjem ili izbacivanjem nekih promenljivih iz analize može se dobiti značajna razlika u rešenjima. Samim tim, istraživač mora proceniti koje promenljive na objektivni način vrše grupisanje jedinica posmatranja.

Postoje dva moguća metoda grupisanja: hijerarhijski metod (kao krajnji rezultat ima dendrogram) i nehijerarhijski metod (Milligan and Cooper, 1985). U ovom radu je korišćen nehijerarhijski metod klasifikovanja. On svrstava elemente u unapred definisane grupe. Pomoću njega se vrši razdvajanje opservacija i njihovo grupisanje uz mogućnost promena grupa u različitim fazama analize. Na početku analize se pronađe tačka oko koje se nalaze jedinice i oko nje se vrši grupisanje na više ili manje proizvoljan način, a zatim se izračunavaju nove tačke grupisanja na osnovu prosečne vrednosti jedinica. Jedinica posmatranja tada može preći iz jedne u drugu grupu ukoliko je bliža novoizračunatoj tački grupisanja. Proces se odvija iterativno, sve do postizanja stabilnosti za unapred zadati broj grupa.

3. ANALIZA I REZULTATI

Podaci na kojima je izvršena analiza mogu se podeliti u dve grupe. Prvu grupu čine opšti podaci o igračima i o njihovim nastupima za klub koji su preuzeti sa zvaničnih sajtova Real Madrida i Barselone (www.realmadrid.com, 2012, www.fcbarcelona.com, 2012). Druga grupa su podaci koji predstavljaju ocenjene karakteristike (osobine) igrača. Oni su preuzeti iz baze podataka fudbalske simulacije (Football Manager 2013). Stručni eksperti iz celog sveta su učestvovali u kreiranju te baze i ocenjivanju sposobnosti igrača. Prilikom analize i obrade podataka korišćen je IBM-ov softverski paket SPSS 20.

Performanse igrača su podeljene u tri grupe: tehničke sposobnosti, mentalne karakteristike i fizičke sposobnosti. Mentalne i fizičke osobine igrača u polju i golmana predstavljene su kroz isti sklop atributa, dok se tehničke osobine razlikuju. Stoga je nehijerarhijski metod grupisanja sproveden samo na igračima u polju, dok su prilikom hijerarhijskog grupisanja u obzir bili uzeti i golmani. Tabela 2 prikazuje ocenjivane performanse igrača.

Tabela 2: Ocenjivane performanse igrača u polju

Tehničke	Mentalne	Fizičke
Izvođenje kornera	Agresivnost	Ubrzanje
Centaršut	Sposobnost predviđanja	Agilnost
Dribling	Hrabrost	Balans
Realizacija	Pribranost	Odras pri skoku
Prijem	Koncentrisanost	Kondicija
Izvođenje slobodnih udaraca	Kreativnost	Maksimalna brzina
Igra glavom	Sposobnost donošenja dobre odluke	Izdržljivost
Preciznost šuta van šesnaest metara	Odlučnost	Snaga
Izvođenje auta	Talenat za nepredvidljivost	
Sposobnost markiranja protivničkog igrača	Uticao na saigrače	
Preciznost pasa	Ponašanje bez lopte	
Izvođenje penala	Čitanje igre	
Klizeći start	Timski rad	
Veština sa loptom	Rad u toku igre	

Očigledno je da bi sa ovim brojem varijabli interpretacija i analiza dobijenih rezultata bila robusna i manje jasnija nego kada bi smo imali manji broj promenljivih. Iz tog razloga izvršena je faktorska analiza za

svaku od tri osnovne grupe osobina. Za određivanje broja faktora koje treba zadržati u daljoj analizi korišćen je Kajzerov kriterijum, a kao metod rotacije uzeta je Varimax metod, tako da faktori budu ortogonalni radi lakšeg tumačenja i predstavljanja. Nakon izdvajanja faktora u sve tri faktorske analize Kajzer-Majer-Oklinova mera adekvatnosti uzorka je bila veća od 0.6, a Bartletov test sferičnosti imao je visoku statističku značajnost ($p < 0.01$). Prikazani rezultati ukazuju na opravdanost faktorske analize, kao i pogodnost korelacione matrice za faktorizaciju sve tri grupe osobina.

Faktorska analiza za tehničke sposobnosti je izdvojila četiri faktora koji zajedno objašnjavaju 88.18 % varijanse, što je veoma veliki procenat i ukazuje da ta četiri faktora veoma uspešno predstavljaju početnih četrnaest tehničkih sposobnosti navedenih u Tabeli 2. U zavisnosti od faktorskih opterećenja originalnih promenljivih, faktorima su dodeljena sledeća imena: *nepoželjne defanzivne osobine* (klizeći start i sposobnost markiranja protivničkog igrača imaju velike negativne faktorske težine), *šuterske osobine* (velike faktorske težine za šut van šesnaest metara, izvođenje penala i slobodni udarac), *osobine veštine sa loptom* (velike faktorske težine za preciznost pasa, prijem i veštinu sa loptom) i *poželjne osobine za izvođenje kornera* (izvođenje kornera i centaršut imaju velike pozitivne faktorske težine a igra glavom veliku negativnu težinu).

Faktorska analiza za mentalne karakteristike je izdvojila tri faktora koji zajedno objašnjavaju 78.66 % varijanse, što je takođe veoma veliki procenat i ukazuje da se korišćenjem tih faktora veoma uspešno predstavljaju četrnaest mentalnih karakteristika navedenih u Tabeli 2. Faktori su nazvani: *osobine "timskog igrača"* (velike faktorske težine za čitanje igre, timski rad i rad na terenu), *osobine "umetnika"* (velike faktorske težine za pribranost, sposobnost donošenaj dobrih odluka i kreativnost) i *osobine "vođe"* (odlučnost, predviđanje i uticaj na saigrače imaju velike faktorske težine).

Što se tiče fizičkih sposobnosti, faktorska analiza je takođe izdvojila tri faktora koji zajedno objašnjavaju 82.32 % varijanse, pa se tako i deset osobina koje pripadaju fizičkim sposobnostima takođe mogu vrlo dobro predstaviti putem ta tri faktora. Faktori su nazvani: *statička snaga* (velike pozitivne faktorske težine imaju odraz pri skoku i snaga, dok agilnost i ubrzanje imaju velike negativne faktorske težine), *spremnost za napore* (izdržljivost i fizička spremnost imaju velike faktorske težine), *trkačke sposobnosti* (brzina i ubrzanje imaju velike faktorske težine). Sažetiji izveštaj dobijenih rezultata je dat u tabeli 3.

Tabela 3: Rezultati faktorske analize

<i>Faktorska analiza</i>	Za tehničke sposobnosti	Za mentalne karakteristike	Za fizičke sposobnosti
Kajzer-Majero-Oklinova mera adekvatnosti uzorka	0.84	0.77	0.65
Značajnost za Bartletov test sferičnosti	0.00	0.00	0.00
Broj faktora koji zadovoljavaju Kajzerov kriterijum	4	3	3
Procenat objašnjenje varijanse	88.18	78.66	82.32

Dalja analiza je izvršena nad dobijenim faktorima, čime je dimenzija problema uspešno smanjena sa posmatranja 36 na samo 10 osobina. Njihovom analizom, kao i korišćenjem informacija o poziciji igrača na terenu, izvršena je nehijerarhjska klaster analiza (*k-means*). Promenljiva „pozicija na terenu“ je korišćena radi dobijanja dodatnih, „skrivenih“ informacija, o igračima. Ona je koncipirana tako da su igrači veznog reda podjednako udaljeni i od napadača i od odbrambenih igrača za neku vrednost r , dok je razlika između odbrambenih igrača i napadača duplo veća – $2r$. Na taj način su u dalju analizu uključene i sličnosti igrača prema liniji tima u kojoj najčešće nastupaju. Na taj način je smanjena verovatnoća da ekstremne vrednosti manjeg broja osobina dovedu do lošije klasifikacije. Igrači su klasifikovani u tri grupe. Dobijeni rezultati su predstavljeni u sledećoj tabeli.

Tabela 4: Broj igrača u svakoj grupi

Tim	Grupa	Broj igrača	Naziv grupe
Real Madrid	I	13	<i>defanzivci</i>
	II	7	<i>ofanzivci</i>
	III	1	<i>Kristijano</i>
Barselona	I	9	<i>beskorisni</i>
	II	5	<i>stub tima</i>
	III	7	<i>majstori</i>

Na osnovu podataka iz Tabele 4, možemo primetiti da u ekipi Real Madrida postoji jedna grupa koju čini samo jedan igrač – Kristijano Ronaldo. On značajno odskaka po gotovo svim osobinama od ostalih igrača. Ako pogledamo koje su to osobine koje njega, kao grupu, razlikuju od preostale dve, dolazimo do zaključka da su to velike vrednosti za šuterske osobine i nepoželjne defanzivne osobine što se tiče tehničkih sposobnosti, mala vrednost za osobinu timskog igrača i velika vrednost za osobinu vođe, od mentalnih karakteristika, a od fizičkih sposobnosti u sve tri osobine ima značajno veću vrednost nego ostale grupe. Grupa III je samim tim i dobila naziv *Kristijano*. Grupu II čini sedam igrača koji imaju veliku vrednosti za nepoželjne defanzivne sklonosti i malu vrednost za spremnost na napore. Mentalna karakteristika osobine umetnika i tehnička sposobnost osobine veštine sa loptom u ovoj grupi imaju značajno veće vrednosti nego u preostale dve. Tu grupu čine: Kaka, Benzema, Ozil, Granero, Iguain, Kaljehon i Di Maria, tj. svi igrači koji su ili napadači ili ofanzivno orijentisani igrači sredine terena. Ta grupa je nazvana *ofanzivci* jer su pomenuti igrači dobri u kreiranju igre i završnici, ali su loši u segmentima odbrane. Grupu I kod Real Madrida čini čak 13 igrača: Karvaljo, Pepe, Ramos, Šahin, Kedira, Marselo, Čabi Alonso, Fabio Koentrao, Hamit Altintop, Arbeloa, Raul Albiol, Varan i Las Diara. Svi oni su ili defanzivni vezni igrači ili igrači poslednje linije tima. Pomenuta grupa ima malu vrednost za nepoželjne defanzivne karakteristike, što u stvari znači da ima solidne ili odlične defanzivne karakteristike i veliku vrednost za osobine timskih igrača. To znači da su oni disciplinovani i vredni igrači. Ova grupa je dobila ime *defanzivci* jer su pomenuti igrači dobri u kvarenju igre protivnika, kao i karakteristikama vezanim za odbrambene igrače.

U timu Barselone, igrači su homogenije raspoređeni u grupama. Prvu grupu čine igrači sa velikom vrednošću za nepoželjne defanzivne osobine i poželjne osobine za izvođenje kornera. Sve ostale osobine izuzev trkačkih sposobnosti su im lošije nego kod ostale dve grupe. Tu grupu čine: David Vilja, Aleksis Sančez, Pedro, Maksvel, Afelaj, Adriano, Kuenka, Montoja i Telo. Ova grupa je nazvana *beskorisni* zato što imaju dobre karakteristike kao izvođači kornera, kao i dobre trkačke sposobnosti, dok su im ostale performanse znatno slabije u odnosu na druge igrače. Drugu grupu čine: Pike, Pujol, Maskerano, Keita i Abidal, a oni su po poziciji centralni odbrambeni igrači i defanzivno orijentisani igrači sredine terena. Ova grupa ima malu vrednost za nepoželjne defanzivne karakteristike, za šuterske osobine, i poželjne osobine za izvođenje kornera, dok za osobine vođe, osobine timskog igrača i spremnost za napore ima najveće vrednosti od sve tri grupe. Iz tog razloga je ova grupa nazvana *stub tima*. Treća grupa ima veće vrednosti za šuterske osobine, osobine veštine sa loptom i osobine umetnika od ostalih grupa, dok su prema statičkoj snazi najslabija grupa. Nju čine: Dani Alves, Fabregas, Čavi, Inijesta, Mesi, Tijago i Buske. Ova grupa igrača je zbog svojih karakteristika nazvana *majstori*.

Na osnovu predstavljenih rezultata, može se primetiti da je tim Reala iz Madrida znatno stabilniji kada je u pitanju selekcija igrača. U tom timu postoje jasne granice između igrača na osnovu pozicija na terenu koje zauzimaju (ofanzivni i defanzivni igrači). Broj defanzivno orijentisanih igrača je veći od broja ofanzivnih, što znači da su menadžeri u Realu više zainteresovani da u timu imaju igrače koji će pre svega obavljati odbrambene zadatke. Pored toga, imaju jednog igrača koji odskaka od svih ostalih i koji svojim karakteristikama značajno utiče na bolju igru svog tima – Kristijana Ronalda. Ukoliko njega računamo kao ofanzivnog igrača, broj defanzivaca u timu je ponovo veći nego broj ofanzivnih igrača. Sa druge strane, tim Barselone ima čak devet igrača koji su svojim karakteristikama ograničeni tako da mogu da utiču samo na jedan segment igre, što je za modernu filozofiju i shvatanje fudbala neprihvatljivo. Iz tog razloga je Barcelona ograničena kada su u pitanju taktičke postavke igre koje bi želeli da primenjuju. U preostale dve grupe ima ukupno dvanaest fudbalera. To je dovoljno da se pokrije selekcija od deset igrača u polju. Međutim, ako uzmu u obzir povrede, kartoni, kao i druga neplanirana moguća odsustva igrača, jasno je da je taj broj nedovoljan za sezonu u kojoj se igra više od 50 utakmica.

4. ZAKLJUČAK

U radu su korišćene multivarijacione statističke metode u svrhu analize igračkih kadrova sportskih timova. Analizirana su dva fudbalska kluba – Real Madrid i Barcelona. Prikupljeni su podaci o igračima i njihovim karakteristikama iz 2012. godine i ispitane su mogućnosti i sposobnosti fudbalera ova dva tima. Koristeći *k*-means metod klasifikacije, pokazano je koje tipove fudbalera i sa kakvim sklonostima preferiraju jedan, odnosno drugi tim.

Analiza je pokazala da se jedan igrač Real Madrida posebno izdvaja u odnosu na sve ostale. To je Kristijano Ronaldo, koji prema svojim fizičkim sposobnostima u značajnoj meri nadmašuje sve druge igrače, kao i svojom šuterskom sposobnošću, kada se radi o tehničkim sposobnostima. Preostale dve grupe su pokazale striktnu razliku između defanzivno i ofanzivno orijentisanih igrača. U ekipi Real Madrida, igrački kadar formiran je tako da prvenstveno može odgovoriti defanzivnim zadacima, ali bez zapostavljanja ofanzivnih dužnosti. Kada je u pitanju ekipa Barselone, nju čini dvanaest vrhunskih igrača sa odličnim

performansama koje im uz dobru taktiku omogućavaju da čine jedan kompaktni i nadmoćan tim, međutim, preostalih devet igrača ne mogu na pravi način da odgovore tim dužnostima. Selekcija od dvanaest vasersijskih igrača nije dovoljna da se cela sezona odigra na visokom nivou u vrhunskoj formi.

LITERATURA

- [1] Carling, C., Williams, M. A., and Reilly, T. (2005), *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance*, London: Routledge.
- [2] Gower, J.C. (1967) A comparison of some methods of cluster analyses. *Biometric*, 23, 623-637.
- [3] Hughes, M. T. and Hughes, M.D. (2005). The evolution of computerised notational analysis through the example of squash. *International Journal of Computers in Sport Science*, 4, 5-20.
- [4] Hughes, M. D., & Franks, I. M. (2008). *The Essentials of Performance Analysis: An Introduction*, London: Routledge.
- [5] Kaiser, H. (1958). The varimax criterion for analytical rotation in factorial analyses. *Psychometrika*, 23, 187-200.
- [6] Kaiser, H., & Dickman, K. (1959). Analytic determination of common factors. *The American Psychologist*, 14, 425
- [7] Kaiser, H. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35, 401-415.
- [8] Kovačić, Z. (1994). *Multivarijaciona analiza*. Ekonomski fakultet, Beograd.
- [9] Lattin, J., Carrol, D., & Green, P. (2003). *Analyzing multivariate data*. Belmont, CA: Duxbury Press
- [10] Milligan, G.W. & Cooper, M.C. (1985). An examination of procedures for determining the number of clusters in a data set. *Psychometrika*, 50, 159-179.
- [11] Nelson, L., Potrac, P., & Groom, R. (2011), Receiving video-based feedback in elite ice-hockey: A player's perspective, *Sport, Education & Society*, 1-22.
- [12] Nelson, L., & Groom, R. (2012), The analysis of athletic performance: Some practical and philosophical considerations, *Sport, Education and Society*, 17, (5), 687-701.
- [13] www.fcbarcelona.com, poslednji put pristupano 1.5.2013.
- [14] www.realmadrid.com, poslednji put pristupano 1.5.2013.



STATISTICAL PROCESS CONTROL IN WINE INDUSTRY USING CONTROL CARDS

EVICA DIMITRIEVA¹, TATJANA ATANASOVA-PACHEMSKA¹, SANJA PACEMSKA²

¹ Faculty of computer sciences - University „Goce Delcev”, Stip, Macedonia, evica.dimitrieva@ugd.edu.mk, tatjana.pacemska@ugd.edu.mk

² Education Development Bureau, Ministry of education and science, Skopje, Macedonia, sanjapacemska@gmail.com

Abstract: *This paper is based on the research of the technological process of automatic filling of bottles of wine in winery in Stip, Republic of Macedonia. The statistical process control using statistical control card is created. The results and recommendations for improving the process are discussed.*

Keywords: *control card, stages, quality control, data processing.*

1. INTRODUCTION

Statistical methods are becoming more important factor in economic and social processes. This research aims to demonstrate the significance and importance of statistical methods and their application in the overall production process, and, also, to highlight the importance of applying statistical methods that affect making the right decisions and determining the timely and accurate results in companies.

The statistical methods enable monitoring of structural changes and the businesses that form the basis for market analysis and business decision-making, and it is a base for evaluation of basic macroeconomic indicators.

Statistical methods are one of the best ways to solve the paradox of the modern era, which means too much information and too little understanding (Bregar, 2003).

Statistical thinking and application of statistical methods in recent decades occupies an increasingly important role in managing companies. The task of leadership is to recognize the importance of the tools and methods of quality management and proper application, to achieve concrete improvements in performance.

Statistical process control (SPC) is a tool to monitoring processes in companies in order to ensure the achieved quality level, monitoring of deviations outside the control limits, the adoption and implementation of corrective measures. In the narrow sense, under SPC – methods it means the control process using statistical control cards and indices of ability to process.

Control card can be effectively applied with the support of computer equipment and related software. The control cards are determined variations in quality regarding the stability and ability of the production process in terms of the established control limits.

More commonly used control card variables (variables) are: - \bar{x} (the average card, eng. *X-bar chart, average chart*), R card (card range, eng. *R chart, range chart*) and s card (card average deviation, eng. *s chart, standard deviation chart*).

Commonly used control cards for attributive features are: *p*, *np*, *c* and *u* card. *p* card (card of proportions, eng. *p chart, proportion chart*), *np* card (eng. *number of affected units chart*), *c* card (card of the number of differences, eng. *c chart, count chart*) and *u* card (card of average number of differences, per unit of products eng. *u chart, per unit*).

The control card must be installed in places where you can follow those quality characteristics that are essential to the use value of the product.

2. METHODOLOGY

The subject of our research is the process of automatic filling of bottles of wine in winery in Stip, Macedonia. It is made a statistical process control in manufacturing rechargeable wine in glass bottles of 1 liter, with the help of statistical control card. The period of observation of the production process is one month or 20 working days. For the defined sample is prepared table of measured values which is integrated in Microsoft Excel 2010 and statistical processing and construction of the control cards are making (table 1).

Appropriate methods of statistical process control or control cards can be used in four control points. *First phase* for the implementation of the control is in the process of sterilization of empty glass bottles. *Second*

phase for statistical control is the work of dosing. Dosing fills empty wine bottles with a volume of 1 liter, and sets the request to investigate the matter of dosing, if the bottles are completely filled with the amount of 1 liter. The *third phase* is to control the closing of the bottles, and to investigate and verify is the machine for closing properly and duly closed bottles with corks corresponding shut-bottles. The *fourth phase* of statistical control is checking the work of machine for labels, if the label is printed correctly in the appropriate place, if all the data is correctly printed on the label, if the label is then printed and the quality and is there an option for quick detachment.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The production process will be analyzed four control points: sterilizer, dosing, and machine for labels. First it is controlling the operation of the sterilizer, where checks on the accuracy of the work of the sterilizer. If sterilizer works properly, the number of microorganisms in glass bottle after leaving the sterilizer is equal to zero, or if the glass bottle containing a microorganism, then it will be considered that the bottle is defective. For this purpose, the controllers are taking each day from the random sample of 220 empty glass bottles that are processed in the sterilizer one month or 20 days (table 1).

It analyzes the bottles depending on their condition or value of the modality of the observed variables are correct glass bottles (without microorganisms) and defective glass bottles (which containing microorganisms). So it is attributive features that can be given two values and can be applied *p* control card. It examines whether it can regulate certain values of proportions of samples according to the normal distribution. Using Microsoft Excel 2010 it calculates the average value of the proportion \bar{p} , p_i - proportion of *i*-th sample, σ_p - estimation of standard error of proportions with *n* - sample size, CL-center line and control limits (ULC and LCL). It is construct *p* control card of defective empty glass bottles. The results of statistical data processing, as well as the table and graphical representation of data is given in Figure 1. The calculated parameters, the central line, upper and lower control limits for *p* control card are:

$$\bar{p} = 0,11818182 ; ULC = 0,18347604 ; LCL = 0,05288759$$

It is proceed to the construction of *p* control card that is displayed in Figure 1.

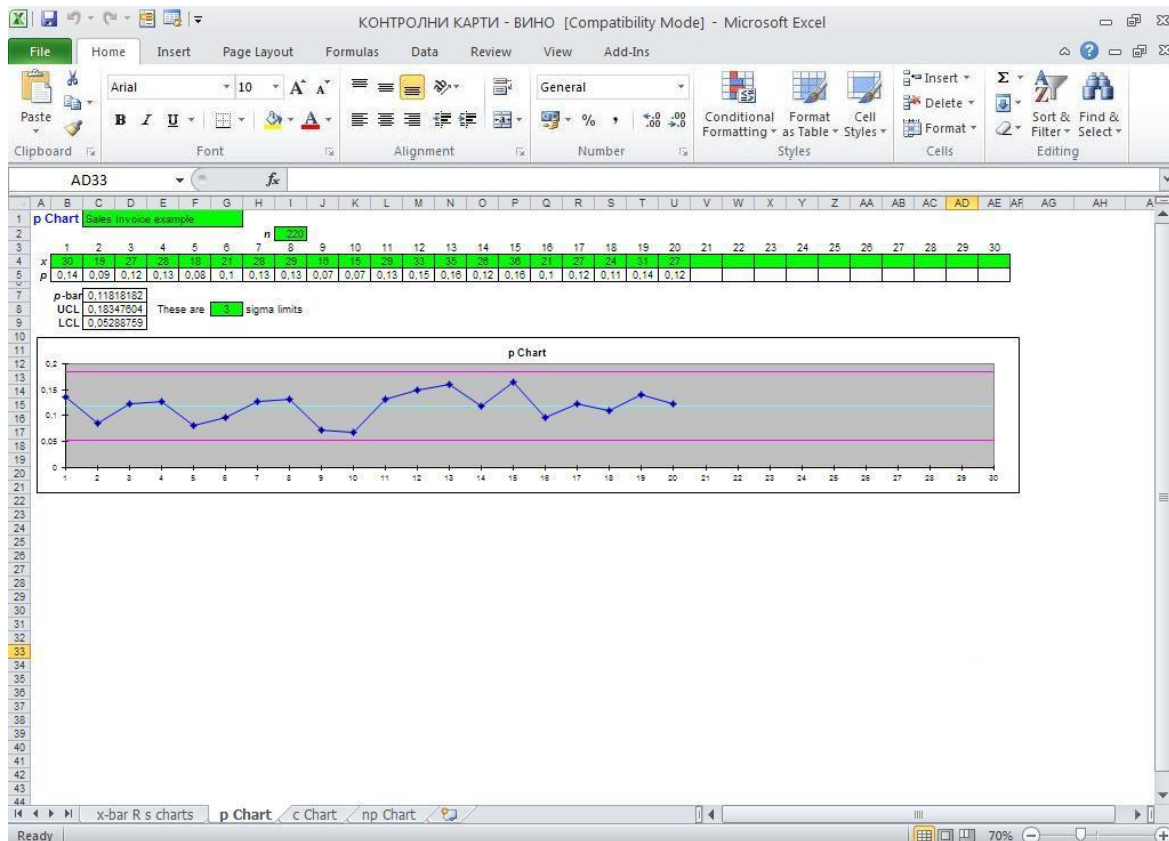


Figure 1: *P*-control card of defective empty glass bottles

The analysis of p control card, it is noted that the process is in a state of statistical control, or there is no need to take additional actions or adjustments to improve the functioning of the sterilizer.

Second place for statistical control is examining the work of dosing. Dosing is needed to fill sterilized glass bottle with quantity exactly 1 liter. To examine the work of dosing the controllers every day, at random, are taken after 5 pre-filled glass bottles, and they measured the amount of content in each glass bottle, and the measured quantities, expressed in liters, and they recorded about 20 working days. Because variable that is observed (amount contained in glass bottle) is a continuous numerical variable in the analysis of the work of the dosing can use \bar{x} , R , and s control card.

Based on these data are entered into a statistical program, are calculate average values, the range of variation and standard deviations of the sample. Using A_2 , D_3 and D_4 - tabular values, Shephartov factors are calculated CL-center line and LCL - lower control limit and UCL-upper control limit of \bar{x} , R and s control card.

The calculated parameters, the central line, upper and lower control limits for \bar{x} , R , and s control cards are:

$$\begin{aligned} \bar{x}\text{-bar} &= 0,9505; & \text{ULC} &= 1,075975; & \text{LCL} &= 0,8250025 \\ \text{R-bar} &= 0,2175; & \text{ULC} &= 0,4600125; & \text{LCL} &= 0 \\ \text{s-bar} &= 0,093507941; & \text{ULC} &= 0,195338089; & \text{LCL} &= 0 \end{aligned}$$

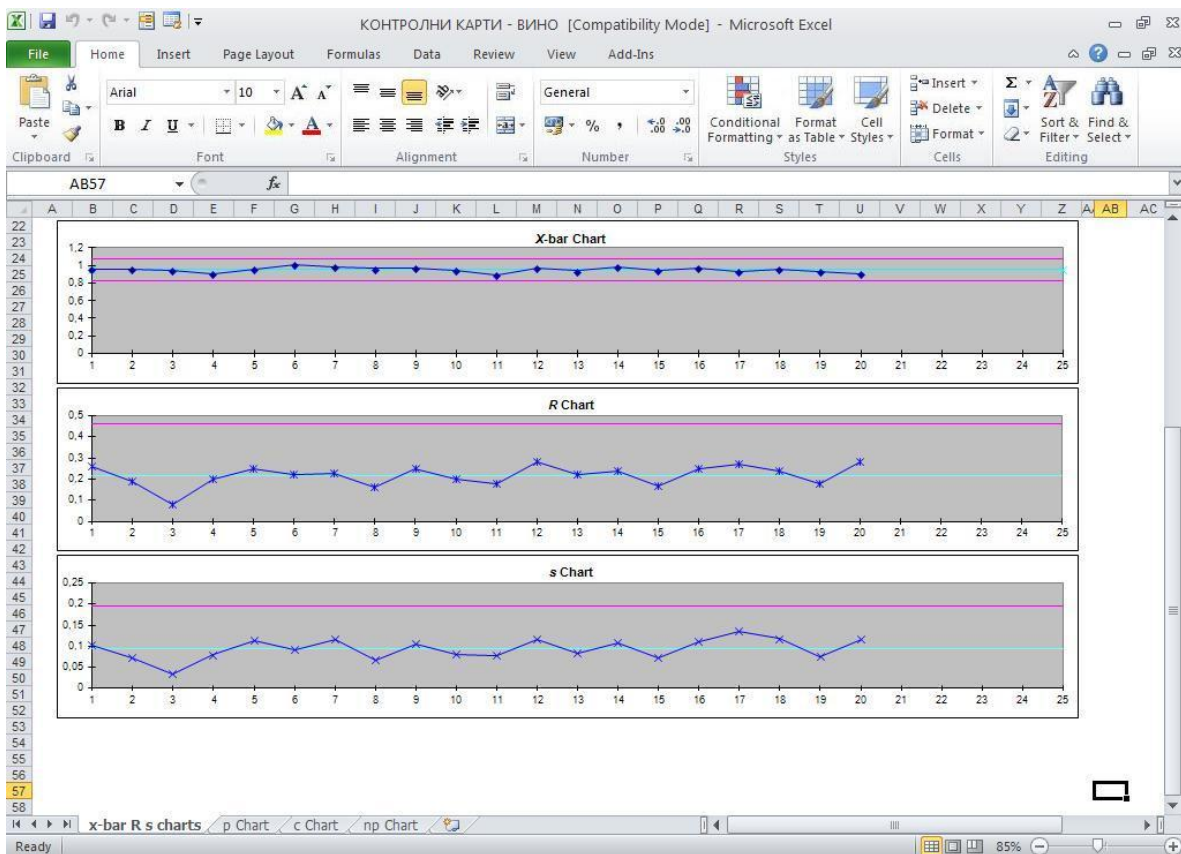


Figure 2: Quality control of dosing using \bar{x} , R and s control cards

From the analysis of \bar{x} and R and s controller card, it is noted that the process of working on the dosing of glass bottles is in a state of statistical control, or operation of the dosing is correct. The analysis of all three control cards is obvious that the set of basic criteria decision making are met, and concluded that the process is in a state of statistical control, or operation of the dosing is correct.

Third place is controlling the operation of closing the bottles. It checks whether the proper closing sets of bottle corks in a way that the bottle is sealed and disabled liquid spills. Daily checked after 220 bottles, so over 20 days total were processed and tested 4400 bottles. The quality control is used np -control card. The data obtained from measurements of the identified defective bottles with corks are processed.

The results of statistical data processing, as well as the table and graphical representation of data is given in Figure 3. The calculated parameters, the central line, upper and lower control limits for np -control card are:

$$\text{np-bar} = 14,75; \text{ULC} = 26,2717; \text{LCL} = 3,22828; \text{These are 3 sigma limits}$$

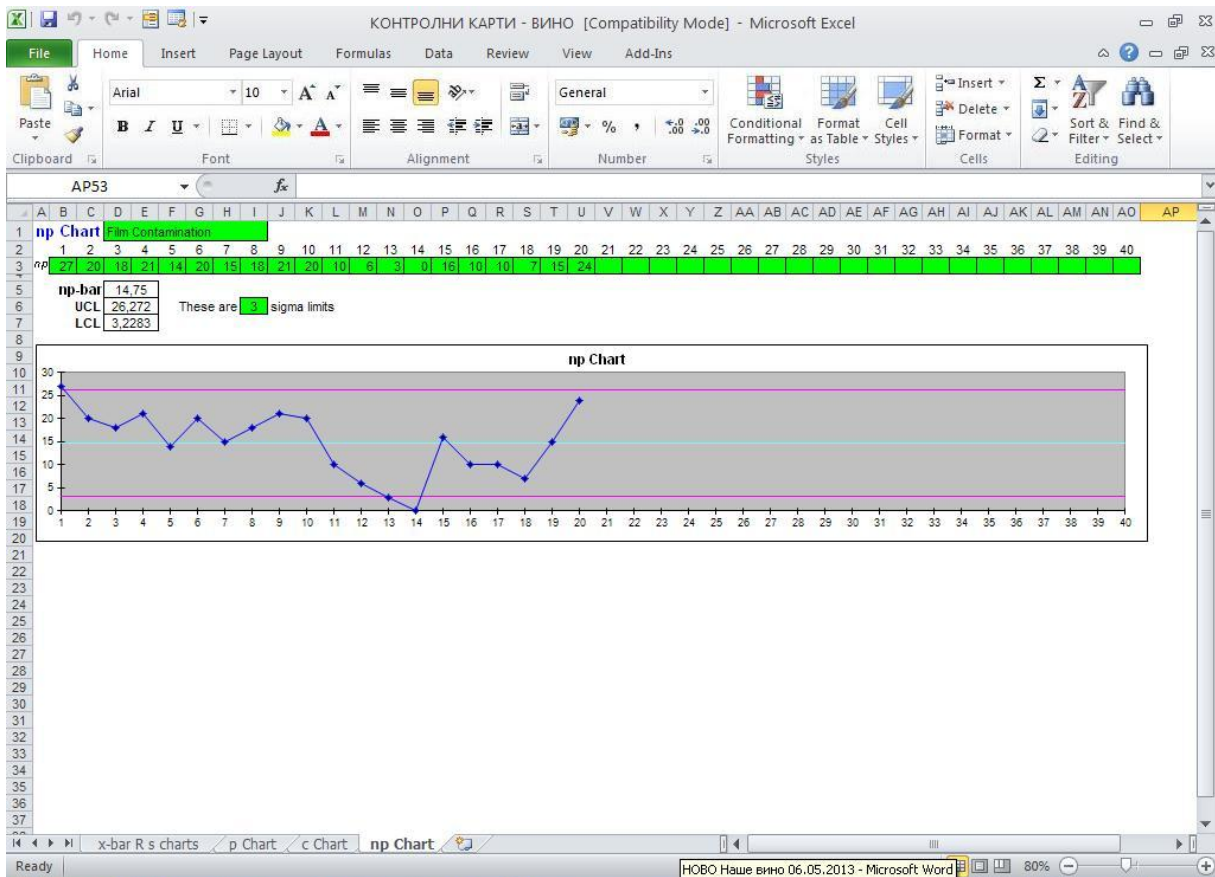


Figure 3: Control the quality of work by closing the *np* control card

From the *np*-control card is conclude that the first condition is not filled because the number of defective corks is three, so the first day is above the upper control limit and the 13 and 14 working day number is located underneath the lower critical control limits, and conclude that the process is in a state of statistical control. It is therefore necessary to examine the work of closing the blunt and to make adjustments to the device.

Fourth place for control is correctness of work of machine for labels. It checks whether the labels are placed in a particular place, after discharge from the labels of bottles line to peel, and proper numeric code printed on each bottle. These requirements are descriptive (attributive) changing the characteristics of the irregularity of work of machine for labels. Variable irregularity of work machine for labels can have five modes as follows: machine for labels meets all the following conditions, machine for labels not meet a requirement, it meets two conditions did not meet the three conditions, and does not meet any requirement. Because of the types of features and the number of modes which is greater than two, in the control of working of machine for labels will use *c*-control card. Every working day from the line on machine for labels are taken 220 bottles and are controlling over the 20 working days, for order to control and check the accuracy of labeling.

The calculated parameters, the central line, upper and lower control limits for *c*-control card are:

$$\mathbf{c\text{-bar} = 16,65; ULC = 28,8913; LCL = 4,40868; These are 3 sigma limits}$$

With the analysis of the *c* - control card is determined that the first condition is filled, or even three individual values are outside the control limits, which means that the process is in a state of statistical control, i.e. it is necessary to further investigate the matter of working of machine for labels and to take certain corrective measures (Figure 4).

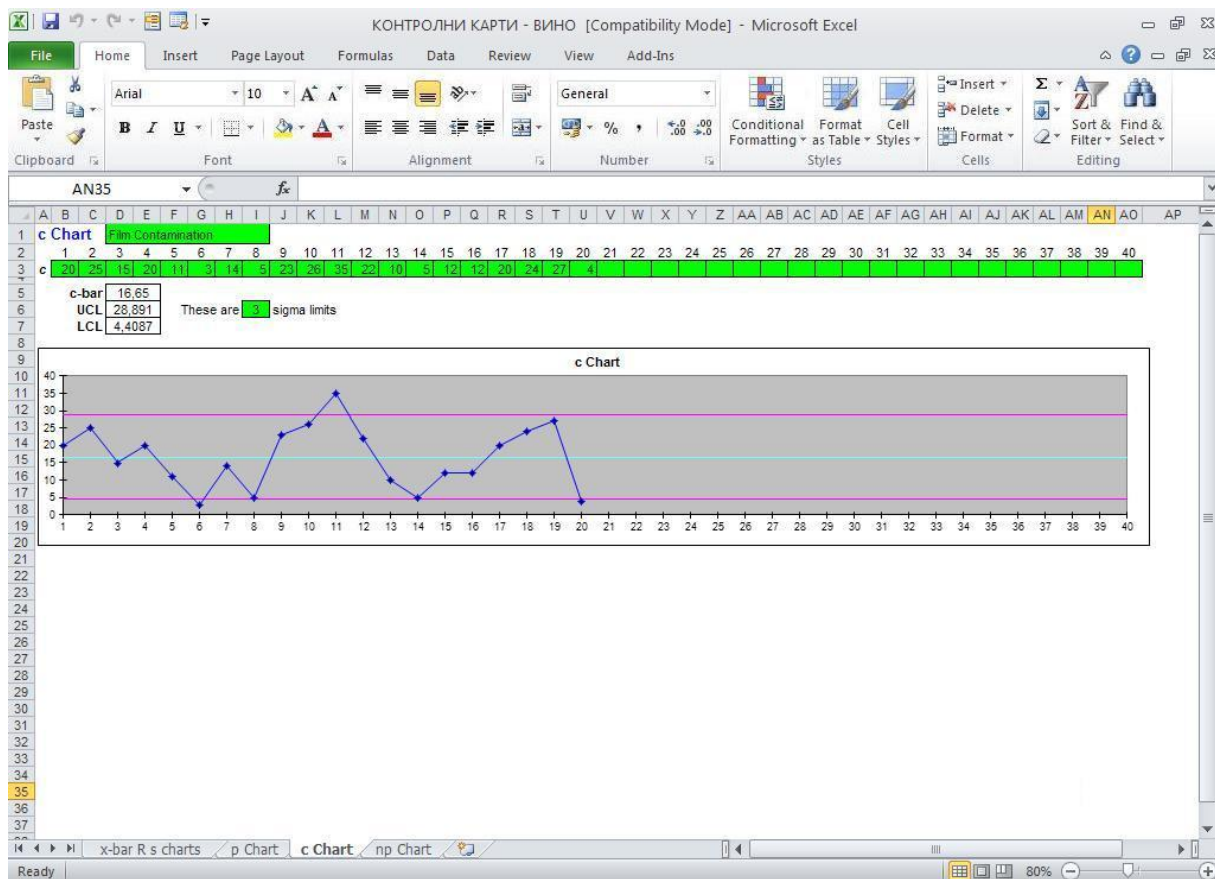


Figure 4: Control the quality of work of machine for labels using c control card

Table 1: Data analysis of the process of making wine using a control card

Working days / serial no. of sample	Machine for sterilizing		Machine for dosing					Machine for locking		Machine for labels	
	Sample Size	Number of defective bottles	Measuring 1	Measuring 2	Measuring 3	Measuring 4	Measuring 5	Sample Size	Number of defective corks	Sample Size	defective labels
1	220	30	1,03	0,80	1,06	0,94	0,94	220	27	220	20
2	220	19	0,96	0,94	1,01	0,85	1,04	220	20	220	25
3	220	27	0,92	0,95	1,00	0,94	0,92	220	18	220	15
4	220	28	0,94	0,89	1,02	0,82	0,85	220	21	220	20
5	220	18	1,05	0,83	0,85	0,97	1,08	220	24	220	11
6	220	21	1,07	1,05	1,06	1,02	0,85	220	20	220	3
7	220	28	1,09	1,05	0,86	0,86	1,02	220	15	220	14
8	220	29	0,95	1,02	1,04	0,92	0,88	220	18	220	5
9	220	16	1,06	0,90	0,95	1,10	0,85	220	21	220	23
10	220	15	0,87	0,92	1,07	0,96	0,88	220	20	220	26
11	220	29	1,03	0,86	0,88	0,85	0,85	220	10	220	35
12	220	33	1,07	0,95	0,90	0,82	1,10	220	6	220	22
13	220	35	0,92	0,99	1,04	0,91	0,82	220	3	220	10
14	220	26	1,04	1,04	0,86	0,88	1,10	220	0	220	4
15	220	36	0,90	0,98	1,01	0,84	1,00	220	16	220	12
16	220	21	1,03	0,80	1,05	1,05	0,92	220	10	220	12
17	220	27	1,07	0,84	1,09	0,85	0,82	220	10	220	20
18	220	24	0,87	0,85	0,90	1,08	1,09	220	7	220	24
19	220	31	0,86	0,85	0,95	1,03	0,95	220	15	220	27
20	220	27	0,90	0,85	0,82	0,88	1,10	220	24	220	3

4. CONCLUSION

Control cards have a great importance in quality control as one of the methods of statistical process control. With the control cards are observed if the process is in a state of statistical control, whether in the process there are special reasons for variation, and whether variations fall within the given control limits.

Using control cards allows controlling the process of filling the bottles. Through analysis of the control card detect some weaknesses in the production process, and it can certainly assist managers in making decisions.

It is necessary to carry out continuous quality improvement of the products and / or services and the ability of the process.

Every company strives to continuously improve the quality, and that means meeting the needs and expectations of customers by reducing the variability of all processes.

BIBLIOGRAPHY

- [1] Bregar, L. (2003), Teaching Statistics in the Internet Era. Proceeding of the Conference “Statistics & the Internet“, Berlin, 120-129.
- [2] David, R., (2006), Statistics and Finance: An introduction
- [3] Douglas, C. M., (2008), Statistical Quality Control: A Modern Introduction – 6th edition
- [4] Jank, W.; Galit, S., (2008), Statistical Methods in eCommerce Research (Statistics in Practice)
- [5] Kai, Y.; Trewn, J., (2004), Multivariate Statistical Methods for Software Engineering
- [6] Lee. J.K.; Larry, P.R.; Manoj, K.M., (2007), Operation management: processes and value chains, Pearson
- [7] Paul. N.; Villijam, L.C.; Betty, M.T., (2007), Statistics for business and economics – 6th edition, New Jersey
- [8] Ravindranath, C.P., (2011), Statistics and Statistical Methods for Software Engineering



UTICAJ POLA I STAROSTI PACIJENATA NA POJAVU DEHISCENCIJE LAPAROTOMIJE

THE EFFECT OF SEX AND PATIENT AGE ON THE OCCURRENCE OF DEHISCENCE LAPAROTOMY

MILORAD ESKIĆ¹, MILORAD PAUNOVIĆ²

¹ Union, Građevinski fakultet, Beograd, milorad.eskic@dunav.com

² Klinički centar Srbije, Beograd, Srbija, miloradpaunovic@yahoo.com

Rezime: Dehiscencija laparotomije je jedna od najznačajnijih komplikacija laparotomije i predstavlja delimičnu ili potpunu disrupciju rane sa evisceracijom trbušnih organa što zahteva hitnu reintervenciju. Cilj ovog rada je da se utvrdi uticaj pola i starosti na pojavu dehiscencije laparotomije. Retrospektivno-prospektivnom studijom bilo je obuhvaćeno 825 bolesnika operisanih na Klinici za opštu hirurgiju u Nišu u periodu od januara 2011. do decembra 2012. godine. Analiziran je uticaj pola i starosti pacijenata na pojavu dehiscencije laparotomije. Rezultati su prikazani brojačano i procentualno. Od ukupno 32 ispitanika sa dehiscencijom laparotomije, 20 bolesnika je bilo muškog pola ili 62,5% i 12 bolesnika ženskog pola ili 37,5%. Pacijenti sa dehiscencijom laparotomije su bili statistički značajno mlađi od pacijenata bez dehiscencije laparotomije (T-test $t=3,237$, $p<0,05$). Prosečna starost ispitanika kod kojih se javila dehiscencija laparotomije bila je 57,93 godine, a pacijenata bez dehiscencije 63,97 godina. U odnosu na starost, dehiscencija laparotomije se statistički značajno češće javlja kod mlađih pacijenata.

Ključne reči: dehiscencija laparotomije; infekcija starost pacijenata.

Abstract: Dehiscence after laparotomy is one of the major complications of laparotomy. Laparotomy is a partial or complete wound with disruption and evisceratio abdominal organs and require urgent reintervention. The aim of this study was to determine the impact of sex and age on the occurrence of dehiscence laparotomy. A retrospective-prospective study were included 825 patients operated at the Clinic for General Surgery in Nis in the period from January 2011. to December 2012. Analyzing the effect of sex and patient age on the occurrence of dehiscence laparotomy. Results are displayed numerically and in percentages. Of the total 32 patients with dehiscence laparotomy, 20 patients were male or 62.5% and 12 female patients, or 37.5%. Patients with dehiscence laparotomy were significantly younger than patients without dehiscence laparotomy (T-test $t = 3.237$, $p < 0.05$). The average age of respondents with dehiscence was 57.93 years, while patients without dehiscence 63.97 years. With respect to age, dehiscence laparotomy is significantly more common in younger patients.

Keywords: dehiscencio laparotomy, infectio, patients age.

1. UVOD

Dehiscencija laparotomije predstavlja potpuno ili delimično naglo otvaranje ili kidanje rane ili stvaranje pukotine u hirurški sašivenoj rani (1). Kompletna disrupcija operativne rane, sa evisceracijom trbušnih organa zahteva urgentnu reintevenciju. Nastaje najčešće u toku prve nedelje nakon operacije. Javlja se u 0,5 do 3% operisanih (2). Dehiscencija laparotomije je praćena visokim morbiditetom i mortalitetom koji se kreće čak do 40%.

Proces zarastanja rane je izuzetno kompleksan i dinamičan skup celularnih, biohemijskih i imunoloških procesa, koji zavisi od više faktora.

Produženje granice starosti hirurških pacijenata dovodi do pojave novih problema vezanih za izmenjen odgovor organizma (opterećenog poremećajima homeostaze i funkcije svih organskih sistema u starosti) na hirurški zahvat.

Infekcija rane je česta pojava i definiše se kao sekrecija purulentnog sadržaja iz rane, nezavisno od bakteriološkog nalaza (3). Javlja se kod do 15% operisanih pacijenata (4,5,6).

Dehiscencija laparotomije češće se javlja kod pacijenata sa neoplastičnim oboljenjima. Uzroci nisu u potpunosti jasni. Pretpostavlja se da se proteini i kalorije gube u tumoru, takodje ima pretpostavki da

tumorske ćelije luče supstance koje remete zarastanje rana (7). Kod starijih pacijenata, starijih od 60 godina, češće su prisustne infekcije kao i neoplastična oboljenja

Cilj istraživanja je utvrđivanje uticaja starosti od preko 60 godina, uticaja prisustva infekcije kao i neoplastičnih oboljenja na nastanak dehiscencije laparotomije.

2. METODE

Istraživanje je organizovano po tipu retrospektivno-prospektivne studije kojom su obrađeni sledeći podaci kao faktorima rizika: pol i starost kod dehiscencije laparotomije 825 operisanih pacijenata na Klinici za opštu hirurgiju u Nišu tokom 2011. i 2012. godine. Komplikacija - dehiscencija laparotomije javila se kod ukupno 32 pacijenta.

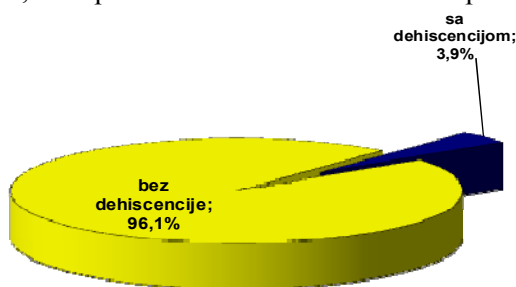
Veličina statističkog uzorka je određena statističkom metodologijom uz zadovoljenje osnovnog principa reprezentativnosti. Korišćen je normogram za određivanje optimalnog uzorka.

Ukoliko pacijente podelimo u dve grupe do 60 i preko 60 godina, mlađih ispitanika od 60 godina je bilo 357, a starijih pacijenata od 60 godina je bilo 468. Prosečna starost pacijenata sa dehiscencijom laparotomije bila je 57,93 godine, a prosečna starost pacijenata kod kojih se nije javila dehiscencija laparotomije bila je 63,97 godina.

U ovom radu rezultati su prikazani tabelarno i grafički. U statističkoj analizi korišćene su metode deskriptivne statistike (srednja vrednost, standardna devijacija), parametarski testovi (Studentov T-test) i neparametarski hi kvadrat test. Za statističku obradu podataka korišćen je programski paket SPSS 14.0, a za izradu slika i tabele programski paket Microsoft Office Word 2003.

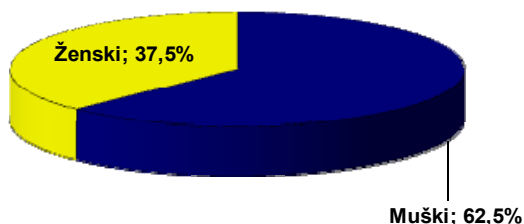
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Dehiscencija laparotomije se javila kod 3,9% ispitanika ili 32 bolesnika od ukupnih 825 ispitanika (slika 1).

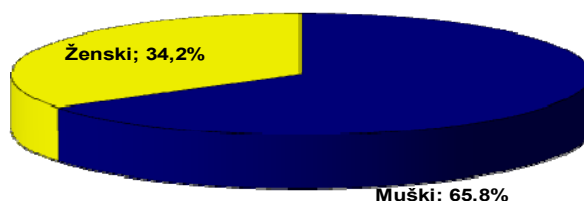


Slika 1: Broj dehiscencija u odnosu na ukupan broj ispitanika

Od 825 ispitanika 543 osobe su bile muškog pola, a 282 osobe je ženskog pola. Od ukupno 32 ispitanika sa dehiscencijom laparotomije, 20 bolesnika je bilo muškog pola ili 62,5% i 12 bolesnica je bilo ženskog pola ili 37,5%. Bez dehiscencije laparotomije, od ukupno 793 ispitanika 522 je bilo muškog pola (65,8%), a 271 ženskog pola (34,2%). Naša studija ne pokazuje statistički značajnu razliku medju polnim grupama.



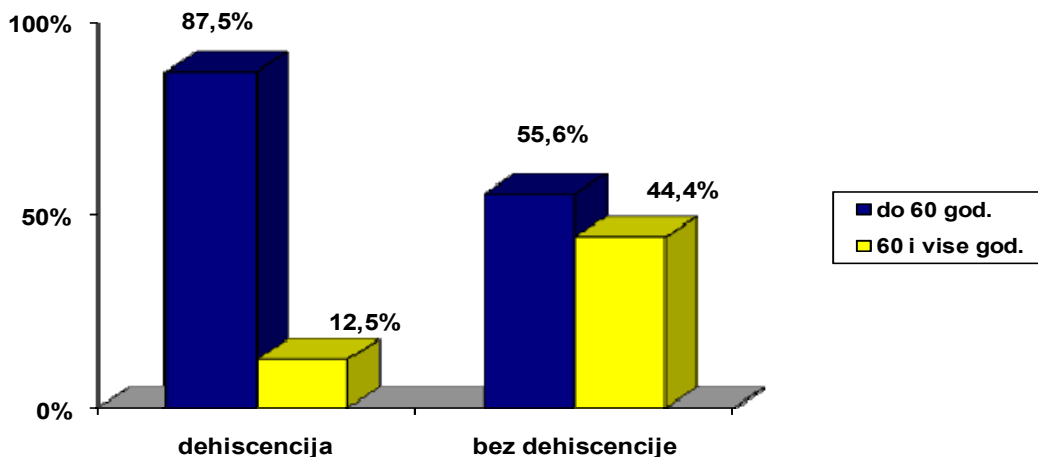
Slika 2a: Polna struktura kod pacijenata sa dehiscencijom laparotomije



Slika 2b: Polna struktura kod pacijenata bez dehiscencije laparotomije

Pacijenti sa dehiscencijom laparotomije su statistički značajno mlađi od pacijenata bez dehiscencije laparotomije (T-test $t=3,237$, $p<0,05$). Prosečna starost ispitanika u grupi sa dehiscencijom je 57,93 godine, a u grupi bez dehiscencije 63,97 godina.

Ukoliko pacijente podelimo u dve grupe (do 60 i preko 60 godina), najveći broj pacijenata, 28 njih je mlađe od šezdeset godina, dok su samo 4 pacijenta bila starija od šezdeset godina. Pacijenti u grupi sa dehiscencijom laparotomije statistički su bili značajno mlađi od pacijenata bez dehiscencije laparotomije ($\chi^2=20,500$; $p<0,05$).



Slika 3: Pojava dehiscencije laparotomije u odnosu na starost, mlađi od 60 godina i stariji od 60 godina.

U odnosu na starost, najveći broj bolesnika sa dehiscencijom je mlađi od 60 godina, 28 ili 87,5%, dok je iznad 60 godina, 4 ili 12,5%. Bez dehiscencije bilo je 441 pacijenata mlađih od 60 godina ili 55,6% i 352 pacijenata preko 60 godina ili 44,4% (slika 3).

4. DISKUSIJA

I pored velikih pomaka u razumevanju fiziologije procesa zarastanja rane, hirurškoj tehnici i primeni savremenih tehnologija i materijala u hirurgiji, procenat otežanog zarastanja laparotomija je još uvek visok. Dehiscencija laparotomije, javlja se kod oko 3% pacijenata. U retrospektivnoj studiji Rodriguez-Hermosa Ji i sar. iz Španije kod 57 pacijenata ili 0,45% od ukupnih 12622 pacijenta kod kojih je urađena laparotomija javila se dehiscencija laparotomije. Od toga je bilo 45 pacijenata muškog pola i 12 ženskog pola (8). U Krakovskoj studiji Keniga J, Richtera P, Zurawskog S i saradnika dehiscencija laparotomije se javila kod 56 ili 2,9% ispitivanih pacijenata (9). Rezultati našeg istraživanja pokazuju da se dehiscencija laparotomije javila kod 3,9% ispitanika ili 32 bolesnika od ukupnih 825 ispitanika. U odnosu na pol 20 bolesnika je bilo muškog pola, a 12 ženskog. Kada je reč o polnoj strukturi, naša studija ne pokazuje statistički značajnu razliku medju polnim grupama.

Preoperativna priprema je važan period u lečenju hirurških pacijenata i od adekvatnosti preoperativne pripreme zavisi rezultat operacije, učestalost komplikacija i smrtnost pacijenata. Potrebno je uraditi sve da se opšte stanje pacijenata preoperativno stabilizuje i sprovede minimum anesteziološke i hirurške preoperativne pripreme kada god to stanje pacijenta dozvoljava (10).

U radu Rodriguez-Hermosa Ji I sar. prikazani su rezultati koji su pokazali da je od ukupno 57 pacijenata sa dehiscencijom laparotomije, 44 bilo mlađe od šezdeset godina starosti (8).

I u našem istraživanju najveći broj pacijenata, 28 njih je mlađe od šezdeset godina, dok su samo 4 pacijenta bila starija od šezdeset godina starosti.

Oba istraživanja potvrđuju novija shvatanja da hronološka starost preko šezdeset godina, sama po sebi ne predstavlja kontraindikaciju za ekstenzivne operacije u abdominalnoj hirurgiji (7,11,12,13). Daleko veći značaj imaju parametri koji određuju biološku starost pacijenta: opšte stanje pacijenta I sposobnost da brine o samom sebi (Performans status), nutritivni status (Seltzerov index), kao I anesteziološki rizik-procenjen ASA skorom (11).

Infekcija ima izrazito destruktivni efekat na proces zarastanja rane, povećavajući produkciju citokina i proteaza, koji narušavaju sintezu fibroblasta, a time i stabilnost rane (14). Naše istraživanje potvrđuje ovu tvrdnju, jer se kod pacijenata sa prisustvom infekcije, daleko češće javljala dehiscencija laparotomije. Kod 50% pacijenata sa dehiscencijom laparotomije došlo je do pojave infekcije. U Nemačkoj studiji koju je radio

Fleischer G.M. I sar. dehiscencija laparotomije se javlja u 5-10% pacijenata sa infekcijom (15). U našoj studiji je procenat uticaja infekcije na pojavu dehiscencije znatno viši.

Upoređujući rezultate svetskih studija sa rezultatima u ovom radu dolazi se do zaključka da naši rezultati ne zaostaju za rezultatima svetskih zdravstvenih ustanova.

5. ZAKLJUČAK

Dehiscencija laparotomije se javlja kod manje od 5% pacijenata. Hronološka starost preko 60 godina, sama po sebi ne predstavlja opasnost za pojavu dehiscencija laparotomije. Daleko veći značaj imaju parametri koji određuju biološku starost pacijenta. Analizom biološke starosti pacijenta kao faktora rizika hirurg može identifikovati bolesnike s visokim rizikom i preduzeti sve mere profilakse koje mu stoje na raspolaganju.

LITERATURA

- [1] Prpic Ivan, Kirurgija za medicinare, Skolska knjiga Zagreb; 2005, 42-3.
- [2] Radovanović S. Kile prednjeg trbušnog zida. Prosveta, Požarevac. 1988; 119-23.
- [3] Brennan TG, Jones NAG, Gillou PJ. Lateral paramedian incision. *Br J Surg*. 1987;74:736 –7.
- [4] Hodgson N, Malthaner R, Ostbye T: The Search for an ideal method of abdominal fascial closure. *Ann. Surg*. 2000; 231, No. 3; 436-42.
- [5] Cleveland RD, Zitsch RP, Laws HL. Incisional closure in morbidly obese patients. *Am Surg* 1989; 55:61- 4.
- [6] Niggebrugge A, Trimbos J, HermansJ, Steup WH, Van De Velde C: Influence of abdominal-wound closure technique on complications after surgery: a randomised study. *The Lancet* 1999; 353: 1563-69.
- [7] Gerzić Z. Komplikacije u digestivnoj hirurgiji. Zavod za udžbenike, Beograd 2000, 625-629.
- [8] Rodriguez-Hermosa JI, Codina-Casadora, Ruiz B.Roig J.Girones J., Pujadas M., Pont J, Adeguer X, Acero D.Risk factors for acute abdominal wall dehiscence after laparotomy in adults. *Cir.Esp* 2005; 280-286.
- [9] Kenig J, Richter P, Zurawska S, Lasek A, Zbierska K, Nowak W. Risk factors for wound dehiscence after laparotomy – clinical control trial. *Pol Przegl Chir*. 2012. Dec.1; 84(11): 565 – 7.
- [10] Milan Visnjic, Hirurgija, Medicinski fakultet Nis, DIGP „PROSVETA” Niš, 2005; 15-7
- [11] Zinner M: Maingot's Abdominal operations. Appleton Lange, London, 1997: 548-80.
- [12] Krivokapić Z.. Mere prevencije popuštanja anastomoze na debelom crevu. Naučna knjiga, Beograd 1990: 39-47.
- [13] Israelsson LA. Abdominal closure and incisional hernia. *Eur. Surg*. 2003; 35: 5-11.
- [14] Miroslav M. Jeremic, Abdominalna hirurgija I, Medicinski fakultet Univerziteta u Nisu, PELIKAN PRINT-Nis, 2009; 23-8.
- [15] Fleischer GM, Rennert A, Ruhmer M. Infected abdominal wall and burst abdomen. *Chirurg, Germany*, 2000; 754-62.



Stohastički modeli i vremenske serije



BRAUNOVO KRETANJE I JEDNAČINA PROVODJENJA TOPLOTE BROWNIAN MOTION AND THE HEAT EQUATION

TIJANA LEVAJKOVIĆ¹, JELENA STANOJEVIĆ²

¹ Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, Beograd, Srbija, t.levajkovic@sf.bg.ac.rs

² Ekonomski fakultet, Kamenička 6, Beograd, Srbija, jelenas@ekof.bg.ac.rs

Rezime: Gausovsko jezgro predstavlja tranzicionu gustinu Braunovog kretanja, tj. fundamentalno rešenje jednačine provodjenja toplote. U radu se razmatra veza između teorije Braunovog kretanja i paraboličkih parcijalnih jednačina, konkretno jednačine provodjenja toplote i jednačine difuzije sa datim početnim uslovom. Doprinos teorije verovatnoće u rešavanju navedenih problema ogleda se u eksplicitnim formama rešenja parcijalnih diferencijalnih jednačina, predstavljenih očekivanim srednjim vrednostima funkcionala Braunovog kretanja.

Abstract: The Gaussian kernel represents the transition density of a Brownian motion, i.e., the fundamental solution of the Heat equation. In this paper we consider the relation between the theory of Brownian motion and partial differential equations of parabolic type. In particular, we deal with initial problems of the Heat equation and, in general, diffusion equations. Using techniques and results from Probability theory the solutions to these problems can be represented explicitly in terms of expected values of functional of Brownian motion.

Ključne reči: Braunovo kretanje, tranziciona gustina, Košijev problem jednačine provodjenja toplote, Feller proces.

Key words: Brownian motion, transition density, Cauchy problem for the Heat equation, Feller process.

1. UVOD

U ovom radu posebnu pažnju posvećujemo izučavanju osobina Braunovog kretanja i ističemo neke važne veze ovog stohastičkog procesa sa rešenjima parcijalnih diferencijalnih jednačina paraboličkog tipa. Rešavamo nehomogeni Košijev problem oblika

$$\frac{\partial}{\partial t} u(t, x) = \mathcal{L} u(t, x) + g(t, x), \quad u(0, x) = f(x), \quad (1)$$

gde je $u = u(t, x)$ funkcija vremena $t \in [0, T]$, $T > 0$ i d -dimenzione prostorne promenljive $x = (x_1, \dots, x_d) \in \mathbb{R}^d$, $d \geq 1$, i \mathcal{L} linearni diferencijalni operator drugog reda, koji ne uključuje izvode po promenljivoj t . Specijalno, ukoliko je operator \mathcal{L} oblika $\mathcal{L} = k\Delta_x$, sa difuznom konstantom $k > 0$ i d -dimenzionim Laplasovim operatorom $\Delta_x = \sum_{i=1}^d \frac{\partial^2}{\partial x_i^2}$, jednačina (1) se svodi na jednačinu difuzije, a ukoliko je još $k = 1/2$ jednačina (1) postaje jednačina provodjenja toplote.

Posmatrani početni problem se može rešiti klasičnim metodama teorije parcijalnih diferencijalnih jednačina. U ovom radu navedene probleme rešavamo koristeći teoriju polugrupa operatora i martingala. Primenom teorije verovatnoće dokazujemo postojanje i jedinstvenost rešenja homogene (za $g = 0$), kao i nehomogene jednačine provodjenja toplote. Rešenja jednačina su data u eksplicitnom obliku i izražena su preko srednjih vrednosti funkcionala Braunovog kretanja. Prikazani metod rešavanja može se primeniti i na opštije difuzne jednačine, kao i na neke stohastičke diferencijalne jednačine.

Robert Braun, škotski botaničar, je istraživao fenomen, koji je danas poznat pod imenom Braunovo kretanje, u kome su pod određenim uslovima male polenske čestice rastvorene u tečnosti izložene neprekidnom i nepravilnom kretanju. Primetio je da njihove putanje nemaju tangentu ni u jednoj tački i da su kretanja različitih čestica nezavisna. Matematički model koji opisuje ovaj fenomen Bašelijer je primenio u konstrukciji modela, koji opisuje kretanje cena proizvoljnih vrednosti na tržištu, dok je Ajnštajn procesom Braunovog kretanja modelovao kretanje čestica rastvorenih u tečnosti. Matematičar Norbert Viner je 1923. godine dao matematički opis ovog procesa i dokaz njegovog postojanja kao matematičkog objekta, zbog čega se proces Braunovog kretanja zove i Vinerov proces. U smislu matematičkog modela, egzistencija ovog procesa nije očigledna i dokazuje se kroz postupak njegove konstrukcije. Tranziciona gustina Braunovog kretanja zadovoljava jednačinu provodjenja toplote, što motiviše prirodnu pretpostavku da Braunovo kretanje rešava jednačinu provodjenja toplote. Još je u ranom 19. veku, francuski naučnik Furije predstavio značajnu formulu koja opisuje provodjenje

toplote u čvrstim telima. Problemi koji se opisuju jednačinom provodjenja toplote se javljaju u hemijskoj difuziji, genetici, ekonomiji. Braunovo kretanje, kao važan primer i jedan od najviše izučavanih stohastičkih procesa, našao je brojne primene u modeliranju fenomena koji se pojavljuju u nauci, inženjerstvu, osiguranju, matematici finansija. Istorijski, to je bio prvi stohastički proces sa neprekidnim vremenom i sa neprekidnom prostornom promenljivošću, i tako uticao na izučavanje Gausovih procesa, martingala, procesa Markova, difuzionih procesa. Osobina Braunovog kretanja i uvod u stohastičku analizu detaljno su opisani u [5], [9], [10].

Postupak rešavanja nehomogenih parcijalnih diferencijalnih jednačina primenom teorije uopštenih funkcija i Duhamelovog principa ovde izostavljamo. Primena teorije polugrupa operatora u rešavanju nekih parcijalnih jednačina može se naći u [1], [2], [3], [8].

2. BRAUNOVO KRETANJE

Neka je dat kompletan prostor verovatnoće $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{P})$ sa filtracijom \mathcal{F} . Familija σ -algebri $\{\mathcal{F}_t : 0 \leq t \leq T\}$ je rastuća, tj. za $0 \leq s \leq t \leq T$ važi $\mathcal{F}_s \subseteq \mathcal{F}_t \subseteq \mathcal{F}_T \subseteq \mathcal{F}$ i neprekidna s desna $\mathcal{F}_t = \bigcap_{s < t} \mathcal{F}_s$. Na primer, u modeliranju u finansijama, σ -algebra \mathcal{F}_t predstavlja informacije vezane za model dostupne do trenutka t . Pod realnim d -dimenzionim stohastičkim procesom $X = (X_t)_{0 \leq t \leq T}$ podrazumevamo parametrizovanu familiju slučajnih promenljivih $X_t : \Omega \rightarrow \mathbb{R}^d, t \in [0, T]$. Za svako fiksirano $\omega \in \Omega$ funkcija $X_t(\omega), t \in [0, T]$ predstavlja trajektoriju ili putanju stohastičkog procesa X .

Informacije o prošlim događajima do momenta t sadržane su u filtraciji. Adaptiran stohastički proces $X = (X_t)_{0 \leq t \leq T}$ je *martingal* u odnosu na $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{P})$ ako su $\mathbb{E}|X_t| < \infty$, za sve $t \geq 0$ i ako važi $\mathbb{E}[X_s | \mathcal{F}_t] = X_t$ s.s. za $0 \leq t \leq s$. Najbolja ocena za X_s zasnovana na informacijama do trenutka t , sadržanim u \mathcal{F}_t , je vrednost X_t .

Realni stohastički proces je *Gausovski* ako su mu sve konačno-dimenzione marginalne raspodele Gausovske slučajne promenljive. Svaki Gausovski proces je jedinstveno određen funkcijom očekivanih vrednosti i kovariacionom funkcijom.

► **Definicija 1.** Realno d -dimenziono *Braunovo kretanje* $(B_t)_{t \geq 0}$ dato na prostoru verovatnoće $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{P})$ je stohastički proces sa parametarskim skupom $[0, \infty)$ i vrednostima u \mathbb{R}^d ako:

- $B_0 = 0$ s.s.,
- priraštaji $B_{t_0}, B_{t_1} - B_{t_0}, \dots, B_{t_n} - B_{t_{n-1}}$ za sve $t_0 < t_1 < \dots < t_n$ su nezavisni i
- $B_t - B_s$, za sve $0 \leq s \leq t$ ima Normalnu raspodelu $\mathcal{N}(0, (t-s)I)$, I je jedinična matrica u \mathbb{R}^d .

Braunovo kretanje je centriran Gausovski proces sa kovariacionom funkcijom $Cov(B_t, B_s) = \min\{t, s\}I$. Kako se svaki stohastički proces može interpretirati kao realizacija nekog eksperimenta u trenutku t , to se Braunovo kretanje B_t može interpretirati kao pozicija polenske čestice u trenutku t . Trajektorije Braunovog kretanja su neprekidne, ali nigde diferencijabilne. *Jednodimenziona gustina* Braunovog kretanja je $g_1(t, x) = (2\pi t)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{x^2}{2t}}$. Braunovo kretanje $B_t + x$, sa početkom u $x \in \mathbb{R}^d$, ima raspodelu $\mathcal{N}(x, tI)$.

2.1. Tranziciona gustina

Stohastički proces $(B_t)_{t \geq 0}, B_t = (B_t^1, \dots, B_t^d)$ predstavlja d -dimenziono Braunovo kretanje ako i samo ako su svi njegovi koordinatni procesi $B_t^j, j = 1, \dots, d$ nezavisna (odnosno nekorelisana) jednodimenziona Braunova kretanja. **Tranziciona gustina** d -dimenzionog Braunovog kretanja je

$$p(t, x) = (2\pi t)^{-\frac{d}{2}} e^{-\frac{|x|^2}{2t}}, \quad x = (x_1, \dots, x_d) \in \mathbb{R}^d, t > 0. \quad (2)$$

► **Lema 1.** Neka je $(B_t)_{t \geq 0}, B_t = (B_t^1, \dots, B_t^d)$ dato d -dimenziono Braunovo kretanje i neka je data njegova tranziciona gustina (2).

(a) Neka je $\Delta_x = \sum_{j=1}^d \frac{\partial^2}{\partial x_j^2}$ Laplasov operator. Tada za sve $x \in \mathbb{R}^d, t > 0$ važi:

$$\frac{\partial}{\partial t} p(t, x) = \frac{1}{2} \Delta_x p(t, x). \quad (3)$$

(b) Neka funkcija $f \in C^{1,2}((0, \infty) \times \mathbb{R}^d) \cap C((0, \infty) \times \mathbb{R}^d)$ zadovoljava uslov:

$$|f(t, x)| + \left| \frac{\partial f(t, x)}{\partial t} \right| + \sum_{j=1}^d \left| \frac{\partial f(t, x)}{\partial x_j} \right| + \sum_{j,k=1}^d \left| \frac{\partial^2 f(t, x)}{\partial x_j \partial x_k} \right| \leq c_t e^{C|x|}, \quad (4)$$

za neke konstante $c, c_t > 0$ i i sve $x \in \mathbb{R}^d, t > 0$. Tada važi:

$$\int p(t, x) \frac{1}{2} \Delta_x f(t, x) dx = \int f(t, x) \frac{1}{2} \Delta_x p(t, x) dx = \int f(t, x) \frac{\partial}{\partial t} p(t, x) dx. \quad (5)$$

Direktnom proverom može se pokazati (3), tj. da tranziciona gustina Braunovog kretanja zadovoljava jednačinu provodjenja toplote. Osobina (5) sledi nakon primene parcijalne integracije. Uslov (4) postavljen za funkciju f garantuje da martingalni članovi teže nuli i da su svi integrali definisani.

► **Teorema 1.** Neka je $(B_t)_{t \geq 0}$ d -dimenziono Braunovo kretanje i neka realna funkcija $f \in C^{1,2}((0, \infty) \times \mathbb{R}^d) \cap C((0, \infty) \times \mathbb{R}^d)$ zadovoljava uslov (4). Označimo sa L operator $L := \frac{\partial}{\partial t} - \frac{1}{2} \Delta_x$. Tada proces

$$M_t^f := f(t, B_t) - f(0, B_0) - \int_0^t Lf(s, B_s) ds, \quad s \geq 0, \quad (6)$$

predstavlja \mathcal{F}_t martingal u odnosu na svaku meru \mathbb{P}^x , tj. za svaku početnu tačku $B_0 = x$.

Dokaz prethodne teoreme se može naći u [9].

2.2. Tranziciona polugrupa operatora

Označimo sa $\mathcal{B}_b(\mathbb{R}^d)$ familiju ograničenih Borel-merljivih funkcija $f : \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}$ snabdevenu uniformnom normom $\|\cdot\|_\infty$ i sa $C_\infty(\mathbb{R}^d)$ familiju neprekidnih funkcija $g : \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}$ koje u beskonačnosti teže nuli, tj. $\lim_{|x| \rightarrow \infty} g(x) = 0$, snabdevenu uniformnom normom.

Označimo sa $C_\infty^2(\mathbb{R}^d) := \left\{ u \in C_\infty(\mathbb{R}^d) : \frac{\partial u}{\partial x_j}, \frac{\partial^2 u}{\partial x_j \partial x_k} \in C_\infty(\mathbb{R}^d), j, k = 1, \dots, d \right\}$.

Braunovo kretanje predstavlja Markov proces te ga možemo povezati sa familijom linearnih operatora, tzv. **tranzicionom polugrupom** operatora.

► **Lema 2.** Neka je $(B_t)_{t \geq 0}$ d -dimenziono Braunovo kretanje sa filtracijom $(\mathcal{F}_t)_{t \geq 0}$. Neka je

$$P_t u(x) = \mathbb{E}(u(B_t) | B_0 = x) = \mathbb{E}^x u(B_t), \quad u \in \mathcal{B}_b(\mathbb{R}^d), t \geq 0. \quad (7)$$

Tada familija $(P_t)_{t \geq 0}$, definisana sa (7), obrazuje polugrupu operatora na $\mathcal{B}_b(\mathbb{R}^d)$, koju ćemo zvati *tranziciona polugrupa operatora*.

Dokaz: Kako je $x \mapsto e^{-\frac{|x-y|^2}{2t}}$ merljivo, tada je i $P_t u(x) = (2\pi t)^{-\frac{d}{2}} \int_{\mathbb{R}^d} u(y) e^{-\frac{|x-y|^2}{2t}} dy$ Borel-merljiva funkcija i $P_t : \mathcal{B}_b \rightarrow \mathcal{B}_b, t \geq 0$. Operator P_t je linearan operator. Osobina polugrupe $P_t P_s = P_{t+s}$ sledi iz markovskog svojstva Braunovog kretanja $\mathbb{E}[u(B_{t+s}) | \mathcal{F}_s] = \mathbb{E}^{B_s}[u(B_t)]$. Konkretno, za $t, s \geq 0$ i $u \in \mathcal{B}_b(\mathbb{R}^d)$

$$\begin{aligned} P_{t+s} u(x) = \mathbb{E}^x u(B_{t+s}) &= \mathbb{E}^x [\mathbb{E}^x(u(B_{t+s}) | \mathcal{F}_s)] = \mathbb{E}^x [\mathbb{E}^{B_s}(u(B_t))] \\ &= \mathbb{E}^x [P_t u(B_s)] = P_s P_t u(x). \end{aligned} \quad \square$$

Notacija u vidu polugrupa omogućava jednostavnije predstavljanje konačno dimenzionih raspodela procesa Markova. Za $f, g \in \mathcal{B}_b$ i $t > s$ važi reprezentacija

$$\begin{aligned} \mathbb{E}^x [f(B_s) g(B_t)] &= \mathbb{E}^x [f(B_s) \mathbb{E}^{B_s} g(B_{t-s})] \\ &= \mathbb{E}^x [f(B_s) P_{t-s} g(B_s)] = P_s [f P_{t-s} g](x). \end{aligned}$$

2.3. Feller proces

Polugrupa operatora $(P_t)_{t \geq 0}$ na $\mathcal{B}_b(\mathbb{R}^d)$, koja zadovoljava osobine:

- P_t je kontrakcija: $\|P_t u\|_\infty = \|u\|_\infty$, za sve $u \in \mathcal{B}_b(\mathbb{R}^d)$,
- P_t čuva nenegativnost: $u \geq 0 \Rightarrow P_t u \geq 0$, za sve $u \in \mathcal{B}_b(\mathbb{R}^d)$,
- P_t je sub-Markovski operator: $0 \leq u \leq 1 \Rightarrow 0 \leq P_t u \leq 1$ za sve $u \in \mathcal{B}_b(\mathbb{R}^d)$,
- P_t ima Feller-karakteristiku: ako $u \in C_\infty$ onda i $P_t u \in C_\infty(\mathbb{R}^d)$ i
- P_t je neprekidan operator na $C_\infty(\mathbb{R}^d)$: $\lim_{t \rightarrow 0} \|P_t u - u\|_\infty = 0$ za sve $u \in C_\infty(\mathbb{R}^d)$

naziva se **Feller polugrupa**. Ako je $(P_t)_{t \geq 0}$ tranziciona polugrupa d -dimenzionog Braunovog kretanja onda je ona i Feller polugrupa. Važi i obrnuto. Ako je $(T_t)_{t \geq 0}$ Feller polugrupa na $C_\infty(\mathbb{R}^d)$. Tada se može konstruisati d -dimenzioni proces Markova $(X_t)_{t \geq 0}$ sa tranzicionom polugrupom $(T_t)_{t \geq 0}$. Takođe, postoji jedinstveno

jezgro tako da važi $T_t u(x) = \int u(y) p_t(x, y) dy$, $u \in C^\infty(\mathbb{R}^d)$. Process $(X_t)_{t \geq 0}$ se u literaturi naziva **Feller proces**. Osobine i detaljna konstrukcija Feller procesa mogu se naći, npr u [7] i [9].

Infinitezimalni generator Feller polugrupe $(T_t)_{t \geq 0}$ na $C^\infty(\mathbb{R}^d)$, u oznaci A , sa domenom $\mathcal{D}(A)$, je linearni operator definisan za sve funkcije $u \in \mathcal{D}(A) \subset \mathcal{B}_b(\mathbb{R}^d)$ za koje postoji granična vrednost

$$Au := \lim_{t \rightarrow 0} \frac{T_t u - u}{t},$$

u odnosu na uniformnu normu. Operator $A : \mathcal{D}(A) \rightarrow C^\infty(\mathbb{R}^d)$ je linearan i domen mu je $\mathcal{D}(A) := \left\{ u \in C^\infty(\mathbb{R}^d) \mid \exists g \in C^\infty(\mathbb{R}^d) : \left\| \lim_{t \rightarrow 0} \frac{T_t u - u}{t} - g \right\|_\infty = 0 \right\}$.

► **Primer 1.** Infinitezimalni generator tranzicione polugrupe $P_t u(x) = \mathbb{E}^x u(B_t)$ za d -dimenziono Braunovo kretanje je Laplasov operator $A = \frac{1}{2} \Delta_x$.

Ako je $d = 1$ onda je $\mathcal{D}(\frac{1}{2} \Delta_x) = C_\infty^2(\mathbb{R}) = \{u \in C^\infty(\mathbb{R}) : u, u', u'' \in C^\infty(\mathbb{R})\}$ a ako je $d > 1$ imamo $\mathcal{D}(\frac{1}{2} \Delta_x) \subsetneq C_\infty^2(\mathbb{R}^d)$ i $\mathcal{D}(\frac{1}{2} \Delta_x) = \{u \in C^\infty(\mathbb{R}^d) : (\text{izvod u slabom smislu}) \Delta_x u \in C^\infty(\mathbb{R}^d)\}$. Domen $\mathcal{D}(\frac{1}{2} \Delta_x)$ je vrsta prostora Soboljeva $\{u \in L^2(\mathbb{R}^d) : u, \Delta_x u \in C^\infty(\mathbb{R}^d)\}$, gde se $\Delta_x u$ podrazumeva u smislu uopštenih funkcija.

Naredna teorema opisuje suštinsku vezu izmedju generatora i polugrupa.

► **Teorema 2.** Neka je $(P_t)_{t \geq 0}$ Feller polugrupa sa generatorom $(A, \mathcal{D}(A))$.

(i) Za sve $u \in \mathcal{D}(A)$ i $t > 0$ važi:

- $P_t u \in \mathcal{D}(A)$ i
- $\frac{d}{dt} P_t u = A P_t u = P_t A u$

(ii) Za sve $u \in C^\infty(\mathbb{R}^d)$ važi:

- $\int_0^t P_s u ds \in \mathcal{D}(A)$,
- $P_t u - u = A \int_0^t P_s u ds$,
- $P_t u - u = \int_0^t A P_s u ds = \int_0^t P_s A u ds$, za sve $u \in \mathcal{D}(A)$, $t > 0$.

3. JEDNAČINA PROVODJENJA TOPLOTE

Posmatrajmo, najpre, Košijev problem za **homogenu jednačinu provodjenja toplote**

$$\frac{\partial}{\partial t} u(t, x) = \frac{1}{2} \Delta_x u(t, x), \quad u(0, x) = f(x). \quad (8)$$

Jednačina (8) može da se interpretira kao model raspodele toplotne energije u \mathbb{R}^d sa početnom raspodelom toplote datom funkcijom f . U ovom radu ćemo problem rešiti verovatnosnim pristupom. U terminima parcijalnih jednačina i teorije distribucija rešenje date jednačine se može naći npr u [2], [8]. Laplasijan $(\frac{1}{2} \Delta_x, \mathcal{D}(\frac{1}{2} \Delta_x))$ predstavlja infinitezimalni generator tranzicione polugrupe d -dimenzionog Braunovog kretanja, te primenom Teoreme 2. sledi $\frac{d}{dt} P_t u(t, x) = \frac{1}{2} \Delta_x P_t u(t, x)$ za $u \in \mathcal{D}(\frac{1}{2} \Delta_x)$.

► **Lema 3.** Neka je $(B_t)_{t \geq 0}$ dato d -dimenziono Braunovo kretanje i neka $f \in \mathcal{D}(\frac{1}{2} \Delta_x)$. Tada $u(t, x) := \mathbb{E}^x f(B_t)$ predstavlja jedinstveno rešenje Košijevog problema jednačine provodjenja toplote (8).

Dokaz: Jedinstvenost rešenja: Pretpostavimo da funkcija $u(t, x)$ zadovoljava uslov (4) i da je eksponencijalno ograničena, tj. $|u(t, x)| \leq c e^{c|x|}$ na $[0, T] \times \mathbb{R}^d$ za $c = c_T$. Iz (6) sledi da je

$$M_s^u := u(t-s, B_s) - u(t, B_0) + \int_0^s \left(\frac{\partial}{\partial t} - \frac{1}{2} \Delta_x \right) u(t-r, B_r) dr, \quad s \in [0, t]$$

martingal u odnosu na filtraciju $(\mathcal{F}_s)_{s \in [0, t]}$. Proces $N_s^u := u(t-s, B_s)$, $s \in [0, t]$ je takodje martingal. N_s^u je uniformno ograničen i konvergentan, prema teoremi o konvergenciji martingala. Onda,

$$u(t, x) = \mathbb{E}^x u(t, B_0) = \mathbb{E}^x N_0^u = \lim_{s \rightarrow t} N_s^u = \mathbb{E}^x N_t^u = \mathbb{E}^x f(B_t),$$

što pokazuje da početni uslov f jedinstveno određuje rešenje.

Ekzistencija rešenja: Označimo sa $u(t, x) = \mathbb{E}^x f(B_t) = P_t f(x)$ i pretpostavimo da funkcija $f \in \mathcal{D}(\frac{1}{2} \Delta_x)$. Tada, primenom Teoreme 2. funkcija $u \in C^{1,2}((0, \infty) \times \mathbb{R}^d) \cap C([0, \infty) \times \mathbb{R}^d)$ i zadovoljava uslov (4). Iz (6) sledi da je

$$M_s^u := u(t-s, B_s) - u(t, B_0) + \int_0^s \left(\frac{\partial}{\partial t} - \frac{1}{2} \Delta_x \right) u(t-r, B_r) dr, \quad s \in [0, t]$$

martingal. Sa druge strane, iz osobine Markova, sledi da je

$$u(t-s, B_s) = \mathbb{E}^{B_s} f(B_{t-s}) = \mathbb{E}^x (f(B_t) | \mathcal{F}_s), \quad 0 \leq s \leq t,$$

martingal. Tada je i $\int_0^s (\frac{\partial}{\partial t} - \frac{1}{2} \Delta_x) u(t-r, B_r) dr, s \leq t$ martingal. Tvrdjenje sledi iz činjenice da M_s^u ima neprekidne trajektorije ograničene varijacije, te je identički jednak nuli na $[0, t)$. \square

► **Teorema 3.** Neka je $(B_t)_{t \geq 0}$ dato d -dimenziono Braunovo kretanje i neka $f \in \mathcal{B}(\mathbb{R}^d)$ takva da važi

$$|f(x)| \leq C e^{C|x|}. \quad (9)$$

Tada je $u(t, x) := \mathbb{E}^x f(B_t)$ jedinstveno rešenje jednačine provodjenja toplote (8) koje zadovoljava eksponencijalni uslov rasta $|u(x, t)| \leq C e^{C|x|}$.

Uslov eksponencijalnog rasta (9) funkcije f predstavlja esencijalni uslov za jedinstvenost rešenja Košijevog problema (8). Dokaz prethodne teoreme se može naći u [4], [9].

Nehomogena jednačina provodjenja toplote sa datim početnim uslovom je jednačina oblika:

$$\frac{\partial}{\partial t} v(t, x) = \frac{1}{2} \Delta_x v(t, x) + g(t, x), \quad v(0, x) = f(x). \quad (10)$$

Ova jednačina nalazi primenu u modeliranju problema provodjenja toplote ako se u svakoj tački dodaje spoljna količina energije g . Nehomogeni problem se može shvatiti kao familija homogenih problema.

Standardnim postupkom, metodom superpozicije, rešavamo jednačinu. Pretpostavimo da je u rešenje odgovarajuće homogene jednačine (8). Ako je w rešenje nehomogene jednačine (10) za početnim uslovom $f = 0$, tada je $w = u + v$ rešenje jednačine (10). Problem rešavanja nehomogene jednačine (10) se svodi na rešavanje jednačine

$$\frac{\partial}{\partial t} v(t, x) = \frac{1}{2} \Delta_x v(t, x) + g(t, x), \quad v(0, x) = 0. \quad (11)$$

Neka je $v(t, x)$ rešenje jednačine (11) koje je ograničeno i dovoljno glatko. Tada je, za $s \in [0, t)$

$$M_s^v := v(t-s, B_s) - v(t, B_0) + \int_0^s \left(\frac{\partial}{\partial t} - \frac{1}{2} \Delta_x \right) v(t-r, B_r) dr, \quad s \in [0, t)$$

martingal. Proces $N_s^v := v(t-s, B_s) + \int_0^s g(t-r, B_r) dr, s \in [0, t)$ je takodje martingal i $\mathbb{E}^x N_0^v = \mathbb{E}^x N_s^v$. Jedinstvenost rešenja bi sledila direktno ukoliko bismo mogli da primenimo teoremu o konvergenciji martingala, tj. ukoliko bi martingal bio uniformno integrabilan. Za egzistenciju rešenja moramo biti sigurni da funkcija g bude iz dovoljno "lepe" klase tako da sve prethodne transformacije budu moguće.

► **Teorema 4.** Neka je $(B_t)_{t \geq 0}$ dato d -dimenziono Braunovo kretanje i neka $g \in \mathcal{D}(\frac{1}{2} \Delta)$. Tada je jedinstveno rešenje Košijevog problema (11) jednačine provodjenja toplote koje zadovoljava uslov $|v(x, t)| \leq Ct$ dato sa $v(t, x) := \mathbb{E}^x \int_0^t g(B_s) ds$.

Eksplisitna formula rešenja nehomogene jednačine provodjenja toplote sa nula početnim uslovom (11) predstavljena je očekivanjem slučajne veličine $G_t = \int_0^t g(B_s) ds$. Dokaz u ovom radu izostavljamo.

LITERATURA

- [1] Du Chateau, P. C. & Zachmann, D. W. (2002). Applied Partial Differential Equations. Dover Ed. New York.
- [2] Evans, L.C. (1998). Partial Differential Equations. American Mathematical Society, Providence.
- [3] Ikeda, N. & Watanabe S. (1989). Stochastic Differential Equations and Diffusion Processes. Second Edition, North-Holland, Amsterdam.
- [4] John, F. (1982). Partial Differential Equations. Springer, Berlin.
- [5] Karataz, I. & Shreve, S. E. (1988). Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer, New York.
- [6] Lawer, G. F. (2006). Introduction to Stochastic Processes. Second Edition, Boca Raton, FL.
- [7] Hilber, N., Reichmann, O., Schwab, C. & Winter, C. (2013). Computational Methods for Quantitative Finance: Finite Element Methods for Derivative Pricing. Springer-Verlag Berlin.
- [8] Pazy, A. (1983). Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations. Springer, New York.
- [9] Schilling, R. & Partzsch, L. (2012). Brownian Motion: An introduction to stochastic processes. De Gruyter Graduate, Berlin.
- [10] Revuz, D. & Yor, M. (2005). Continuous Martingales and Brownian Motion. Third Edition, Springer, Berlin.



O JEDNOJ PRIMENI ENTROPIJE U TEORIJI LOGIČKIH SISTEMA

ON AN APPLICATION OF ENTROPY IN LOGICAL SYSTEMS THEORY

MARIJA BORIČIĆ

Fakultet organizacionih nauka, Beograd, marija.boricic@fon.bg.ac.rs

Rezime: Sa jedne strane, koncept uopštene Shannon-ove entropije – entropija particije, a sa druge, predstavljanje logičkog sistema preko Lindenbaum-Tarski-jeve algebre kao particije, omogućavaju povezivanje pojma logičkog sistema sa entropijom. U ovom radu predstavljamo jedan metod klasifikacije konačnovalentnih logika zasnovan na pojmu entropije.

Ključne reči: entropija, Lindenbaum-Tarski-jeva algebra, logički sistem.

Abstract: The concept of generalized Shannon's entropy – entropy of a partition, on one, and the logical system represented by its Lindenbaum-Tarski algebra, on the other side, make possible to define the entropy of a logical system. In this paper we present a method for classification of finite-valued logics based on the notion of entropy.

Keywords: entropy, Lindenbaum-Tarski algebra, logical system.

1. UVOD

Jedno od glavnih pitanja ergodičke teorije i apstraktne teorije dinamičkih sistema jeste problem klasifikacije sistema (T. Downarowicz 2011, J. Jost 2005, K. Petersen 1983). U tom cilju potrebno je snabdeti prostor adekvatnim sistemom mera. Među najznačajnijim osobinama pogodnih za klasifikaciju su ergodičnost, periodičnost, jako i slabo „mešanje“ i neodređenost, jer one predstavljaju invarijante sistema.

Entropija merljive particije (M. Boričić (2012)) $\alpha = \{A_i \mid i \in I\}$ prostora X

$$H(\alpha) = - \sum_{i \in I} \mu(A_i) \log \mu(A_i)$$

pri čemu važi $(\forall i \in I) \mu(A_i) \geq 0$, $(\forall i, j \in I) (i \neq j \rightarrow A_i \cap A_j = \emptyset)$ i $\mu\left(X \setminus \bigcup_{i \in I} A_i\right) = 0$, se

javlja u teoriji mere kao prirodno uopštenje Shannon-ove entropije slučajne promenljive (C. E. Shannon 1948). Centralno mesto u ovom radu zauzima opis konstrukcije (M. Boričić (to appear)) kojom svakoj konačnovalentnoj iskaznoj logici pridružujemo odgovarajuću entropiju. Jedina moguća particija skupa For – svih iskaznih formula, preko koje se jasno može identifikovati odgovarajuća logika, jeste količnički skup

For/\equiv , gde je \equiv relacija ekvivalencije definisana na sledeći način:

$A \equiv B$ ako i samo ako je $\vdash (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$.

Dakle, to je particija koja predstavlja Lindenbaum-Tarski-jevu algebru polazne logike (J. L. Bell, M. Machover 1977).

Prvi problem sa kojim se suočavamo jeste taj što količnički skup For/\equiv ima prebrojivo mnogo klasa, te stoga ne možemo neposredno koristiti gore pomenutu definiciju entropije bez prethodnog ispitivanja konvergentnosti odgovarajućeg reda. Zbog toga, definišemo entropiju za For_n/\equiv , gde je For_n skup svih iskaznih formula nad prvih n iskaznih slova, a zatim je produžavamo na ceo For/\equiv . Drugi problem jeste kako definisati meru dobijenih klasa tako da pomenuto produženje konvergira. Mi predlažemo rešenje koje je prihvatljivo za konačnovalentne logike. Naš cilj je da tako definisana entropija bude rastuća funkcija broja istinitosnih vrednosti te logike.

Kako svaka logika generiše jedinstvenu Lindenbaum-Tarski-jevu algebru, i obrnuto, entropiju logike možemo poistovetiti sa entropijom particije količničkog skupa For/\equiv , tj. Lindenbaum-Tarski-jeve algebre.

Ovakvo povezivanje logike i entropije pruža mogućnost klasifikovanja logičkih sistema koje korespondira sa brojem istinitosnih vrednosti jedne polivalentne logike.

2. DEFINICIJA ENTROPIJE LOGIKE

Količnički skup For_n , generisan Lindenbaum-Tarski-jevom algebrom, u slučaju m -valentne logike ima najviše m^{m^n} klasa, pri čemu svaka klasa sadrži prebrojivo mnogo formula, zbog čega nema smisla vezivati definiciju mere sa kardinalnošću skupa. U daljem tekstu ćemo sa $H(L_m^n)$ i $H(L_m)$ označavati entropiju particija For_n i For , kada se radi o m -valentnoj logici. Meru elementima particije dodeljujemo na sledeći

način – prvoj klasi, klasi tautologija, dodeljujemo meru $\frac{1}{m}$, u slučaju m -valentne iskazne logike (sa jednom designiranom vrednošću), a zatim mera svake sledeće klase opada geometrijskom brzinom:

$$\mu(A_i) = \frac{1}{m} \left(1 - \frac{1}{m}\right)^{i-1}, \quad i = 1, \dots, m^{m^n} - 1,$$

$$\mu(A_i) = \left(1 - \frac{1}{m}\right)^{i-1}, \quad i = m^{m^n}.$$

Tada se entropija particije For_n (v. M. Boričić (to appear)) može izraziti kao:

$$H(L_m^n) = \left(1 - \left(1 - \frac{1}{m}\right)^{M-1}\right) \ln m - (M-1) \ln \left(1 - \frac{1}{m}\right) \left(1 - \frac{1}{m} + \frac{1}{m} \left(1 - \frac{1}{m}\right)^{M-1}\right) - \left(1 - \frac{1}{m}\right)^{M-1} \ln \left(1 - \frac{1}{m}\right)^{M-1}$$

gde je $M = m^{m^n}$.

Važi:

$$H(L_m) = \lim_{n \rightarrow \infty} H(L_m^n) = m \ln m - (m-1) \ln(m-1)$$

Dakle, entropija konačnovalentne logike je konačna, pa nam ovaj pristup omogućava da efikasno klasifikujemo logičke sisteme.

3. PRIMERI

Koristeći definiciju entropije logičkog sistema navodimo primere klasifikacije logičkih sistema. U sledećoj tabeli se nalaze entropije logika u zavisnosti od broja njihovih valenci.

Tabela 1: Entropije logika

Broj istinitosnih vrednosti - m	$H(L_m)$
2	1.3863
3	1.9095
4	2.4934

Dakle, dvovalentna iskazna logika ima entropiju 1.3863. Lukasiewicz-eva (J. Lukasiewicz 1920, J. Lukasiewicz, A. Tarski 1930, G. Priest 2001, M. Wajsberg 1931) i Kleene-jeva (S. C. Kleene 1938, S. C. Kleene 1952, G. Priest 2001) trovalentna logika pripadaju istoj klasi, jer je njihova entropija najviše 1.9095, dok za Belnap-ovu (N. D. Belnap 1977) četvorovalentnu logiku, važi da ima entropiju najviše 2.4934. Primetimo takođe da je entropija klasične iskazne logike manja od entropije trovalentne logike, što je prirodno i očekivano.

4. ZAKLJUČAK

Mada se pojam entropije pojavio u termodinamici, a kasnije razvijao u teoriji informacija kao isključivo vezan za stohastičke sisteme, izražavajući meru njihove neodređenosti (v. M. Boričić (2012)), njegovo prisustvo u dinamičkim sistemima omogućava jednu sasvim novu primenu u klasifikaciji sistema, gde se entropija vezuje i za determinističke sisteme. Takav pristup stavlja entropiju u centar teorije sistema. Pomoću njega možemo izvršiti klasifikaciju konačnovalentnih logičkih sistema dobru bar onoliko koliko je dobra klasifikacija zasnovana na broju istinitosnih vrednosti jedne iskazne logike (v. M. Boričić (to appear)).

LITERATURA

- [1] J. L. Bell, M. Machover, A course in Mathematical Logic, North Holland, Amsterdam, 1977.
- [2] N. D. Belnap, A useful four-valued logic, in J-M. Dunn, G. Epstein (eds.), Modern Uses of Multiple-Valued Logic, D. Reidel, Dordrecht, 1977.

- [3] M. Boričić, *Evolucija koncepta entropije – od termodinamike do algebre*, SYM-OP-IS 2012, XXXIX Simpozijum o operacionim istraživanjima, Zbornik radova, red. G. Čirović, str. 619-622. ISBN 978-86-7488-086-9
- [4] M. Boričić, *On Entropy of a Logical System*, Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing, to appear, ISSN: 1542-3980 (print) ISSN: 1542-3999 (online) (SCI)
- [5] T. Downarowicz, *Entropy in Dynamical Systems*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2011.
- [6] J. Jost, *Dynamical Systems, Examples with Complex Behaviour*, Springer, Berlin, 2005.
- [7] S. C. Kleene, *On notation for ordinal numbers*, Journal of Symbolic Logic 3 (1938) pp. 150–155.
- [8] S. C. Kleene, *Introduction to Metamathematics*, North-Holland, Amsterdam, 1952.
- [9] J. Lukasiewicz, *O logice trojwartosciowej*, *Ruch filozoficzny* 5 (1920) pp. 170-171. (English translation: *On three-valued logic*, in J. Lukasiewicz, *Selected Works*, ed. L. Borkowski, North-Holland, Amsterdam, 1970, pp. 87-88.)
- [10] J. Lukasiewicz, A. Tarski, *Untersuchungen uber den Aussagenkalkul*, *Comptes Rendus des Seances de la Societe des Sciences et des Lettres de Varsovie*, Classe III 23 (1930) pp. 30-50. (Translated in A. Tarski, *Logic, Semantics, Metamathematics, Papers from 1923–1938*, Clarendon Press, Oxford, 1956, pp. 38–59. Reprinted in J. Lukasiewicz, *Selected Works*, ed. L. Borkowski, North-Holland, Amsterdam, 1970, pp. 131–152, and in A. Tarski, *Collected Papers*, Vol. 1, eds. S. R. Givant and R. N. McKenzie, Birkhauser, Basel, 1986, pp. 321–343.)
- [11] K. Petersen, *Ergodic Theory*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1983. (Digitalno izdanje 2000.)
- [12] G. Priest, *An Introduction to Non-Classical Logic*, Cambridge University Press, New York, 2001. (Second edition 2008.)
- [13] C. E. Shannon, *A mathematical theory of communication*, *Bell System Technical Journal* 27 (1948), str. 379-423 i 623-656.
- [14] M. Wajsberg, *Aksjomatyzacja trojwartosciowego rachunku zdan*, *Comptes Rendus des Seances de la Societe des Sciences et des Lettres de Varsovie*, Cl. III 23 (1931) pp. 126-145. (English translation: *Axiomatization of the Three-Valued Propositional Calculus*, pp. 13-29, in S.J. Surma (ed.), *Mordechaj Wajsberg. Logical Works*, Polish Academy of Sciences, Ossolineum, Wroclaw 1977.)



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Upravljanje proizvodnjom i zalihama



MODEL AUTOMATIZACIJE SISTEMA PORUČIVANJA U MALOPRODAJI

MODEL OF AUTOMATION OF ORDERING SYSTEM IN RETAIL SECTOR

GORAN AVLIJAŠ¹, ANA SIMIĆEVIĆ¹, RADOSLAV AVLIJAŠ¹

¹ Univerzitet Singidunum, Beograd, gavlijas@singidunum.ac.rs

Rezime: Maloprodajni lanci širom sveta se danas suočavaju sa zasićenim tržištem, niskim maržama i sve većom konkurencijom. Da bi poboljšali svoju poziciju na tržištu, organizacije su u potrazi za tehnologijama i konceptima koji mogu povećati zadovoljstvo potrošača i istovremeno smanjiti troškove. Tehnologija koja omogućava povećanje dostupnosti proizvoda na policama uz istovremeno smanjenje troškova naručivanja je automatizovani sistem poručivanja (ASP). U srcu ASP sistema leži softver koji automatski generiše narudžbenicu i dopunjuje zalihe određenog artikla. Imajući u vidu da sve veći broj maloprodajnih lanaca u svetu implemetnira ovakve sisteme, ovaj rad istražuje mogućnost modelovanja automatizacije sistema poručivanja uzimajući u sve relevantne aspekte.

Cljučne reči: Automatizacija, maloprodaja, nivo zaliha.

Abstract: Accross the world, retail chains face a mature market with low margins and high competition. To improve their current market position, organizations are looking for technologies and concepts to increase consumer satisfaction while at the same time reducing costs. Technology that promises to increase the availability of the products on the shelf while simultaneously reducing store handling costs is automatic ordering system (AOS). At the heart of AOS systems lies software that automatically places an order to replenish stocks of a certain product. As more and more retailers have implemented such decision support systems, this paper aims to investigate the possiblity of modeling ordering automatization, taking into account all relevant aspects.

Keywords: Automation, retail, inventory level.



XL Simpozijum o operacionim istraživanjima

SYM-OP-IS 2013

Zlatibor, 08-12.9.2013.



UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

Upravljanje rizikom



THE MANY FACES OF WORST-CASE ANALYSIS

MOSHE SNIEDOVICH¹

¹ Department of Mathematics and Statistics, The University of Melbourne, Melbourne, VIC 3010, Australia,
moshe@ms.unimelb.edu.au

Abstract: *Worst-case analysis offers an intuitively compelling, mathematically simple, approach to severe uncertainty, particularly to the risk-averse decision-maker. And yet, experience has shown that for all that, its implementation is far from being a straightforward affair. Indeed, as clearly attested by the literature, serious misconceptions about the basic concept “worst case” and the working of a “worst-case analysis”, abound in books and peer-reviewed journals. So, in this discussion we examine the notion “worst-case analysis”, focusing on its role in robust decision-making. We highlight some of the subtle modeling issues that underlie the implementation of a worst-case analysis as a paradigm for robust decision-making in the face of a severe uncertainty. We pay particular attention to the difference between a LOCAL and a GLOBAL worst-case analysis, and a worst-case analysis of REWARDS/PAYOFFS as opposed to a worst-case analysis of CONSTRAINTS.*

Keywords: *Worst-case analysis, severe uncertainty, decision-making, robustness, maximin*

1. INTRODUCTION

One way, one might say, an age-old way, to deal with severe uncertainty is to assume the ... *worst*. This is evidenced, for instance, in the adages *When in doubt, assume the worst!* and *Hope for the best, plan for the worst!*, or in the wonderful motto to Rustem and Howe’s book [1]: *Algorithms for Worst-case Design and Applications to Risk Management*:

*The gods to-day stand friendly, that we may,
Lovers of peace, lead on our days to age!
But, since the affairs of men rests still uncertain,
Let’s reason with the worst that may befall.*

*Julius Caesar, Act 5, Scene 1
William Shakespeare (1564-1616)*

The appeal of a worst-case approach to severe uncertainty is that it eliminates the uncertainty from the analysis. Namely, instead of having to reckon with a full range of possible/plausible (severely uncertain) scenarios, the decision-maker considers only one scenario: The worst-case scenario. Obviously, this comes at a price. Indeed, the cost of the “over-protection” provided by a plan/policy based on a worst-case scenario can be significant.

Our objective in this paper is to examine how this seemingly intuitive approach is put to work in *robust decision-making* notably in *robust optimization*, with the view to highlight some of the fine points that underlie the mathematical formulation of the concept “worst case”.

That such an examination is very much in order is born out by the fact that, for all its intuitive simplicity, profound misconceptions about this basic concept, and the working of a “worst-case analysis”, persist in the literature. These misconceptions hinder a correct implementation of this concept. An example of such misconceptions are the numerous claims in the literature on info-gap decision theory [2, 3, 4], implying that a worst-case analysis cannot be conducted on *unbounded* domains, e.g. [5].

The framework in which we examine the issues involved in the mathematical modelling of worst-case analysis, is the following generic constrained optimization problem:

$$(P) \quad z^* := \max_{x \in X} f(x) \text{ subject to } con(x) \quad (1)$$

where X is some set, f is a real-valued function on X and $con(x)$ is a list of *constraints* on the decision variable $x \in X$.

Now, suppose that both the objective function f and the list of constraints $con(x)$ depend on some parameter $u \in \mathcal{U}$. Then, instead of problem (P) we would have the following *parametric optimization problem*:

$$(P(u)) \quad z^*(u) := \max_{x \in X} f(x;u) \text{ subject to } con(x;u), u \in \mathcal{U} \quad (2)$$

where the role of the notation $x;u$ is to remind ourselves that x is a *decision variable* whereas u is a *parameter*.

The parameter u , is designed to represent *uncertainty*. Namely, the assumption is that the true value of u is *unknown*, indeed that it is subject to *uncertainty*. Hence, \mathcal{U} denotes the set of possible/plausible values of the true value of u . In this context, u is referred to as the *uncertainty parameter* and \mathcal{U} as the *uncertainty space*. The assumption is that \mathcal{U} is not empty.

The two related, yet distinct, fundamental questions that this parametric optimization problem gives rise to are these:

- What is the WORST value of $u \in \mathcal{U}$ associated with a given $x \in X$?
- What is the OPTIMAL value of $x \in X$ given the uncertainty in the true value of u ?

In the next section we address these two fundamental questions.

2. WORST-CASE ANALYSIS

The parametric optimization problem under consideration consists then of two objects that are affected by the uncertainty parameter u : the *objective function* f and the list of *constraints* $con(x; u)$. Before we proceed to clarify what the “worst value of u in \mathcal{U} ” means in the context of problem (P(u)) as such, let us examine its meaning with regard to each one of these two objects.

2.1. Worst-case analysis with respect to the objective function

Since problem (P(u)) is a *maximization* problem, the implication is that the larger the payoff/reward $f(x; u)$ associated with decision x , the better. Hence, from the standpoint of the objective function, the worst value of u for a given decision $x \in X$, is a value of $u \in \mathcal{U}$ that *minimizes* the payoff/reward $f(x; u)$ over \mathcal{U} . Thus,

$$W_f(x) := \left\{ u' \in \mathcal{U} : f(x; u') = \min_{u \in \mathcal{U}} f(x; u) \right\}, \quad x \in X \quad (3)$$

$$= \arg \min_{u \in \mathcal{U}} f(x; u) \quad (4)$$

is the set of worst values of u in \mathcal{U} with respect to the objective function f , given x .

It is important to take note that the uncertainty space \mathcal{U} **need not be bounded** for a worst case to exist. For instance, for $X = \mathcal{U} = (-\infty, \infty)$ and $f(x; u) = u^2 + 2xu - x^2$, we have

$$W_f(x) := \arg \min_{-\infty \leq u \leq \infty} \{u^2 + 2xu - x^2\}, \quad -\infty \leq x \leq \infty \quad (5)$$

$$= \{-x\}. \quad (6)$$

But, it is equally important to note that, for a worst case to exist, **it is not sufficient** that the uncertainty space \mathcal{U} is bounded. This is so because there are real-valued functions that are unbounded below over a bounded domain.

In a nutshell, the existence of a worst case (value of u) for a given $x \in X$ is equivalent to the existence of a minimizer for $f(x; u)$ over $u \in \mathcal{U}$.

2.2. Worst-case analysis with respect to the constraints

When it comes to constraints, it goes without saying that the decision-maker has a clear preference for the constraints (imposed on the optimization problem) to be satisfied rather than violated. In fact, in optimization theory, satisfying constraints takes precedence over achieving a greater payoff/reward. Thus, a decision that violates the constraints under consideration is deemed *inadmissible*, hence it cannot be optimal. Hence, optimality implies feasibility.

One can therefore argue that a worst-case analysis of constraints would require that the constraints be satisfied by the worst possible value of the uncertainty parameter, hence that the constraints be satisfied by ALL possible/plausible values of the uncertainty parameter. That is, in the case of problem (P(u)), the worst-case requirement with respect to constraints is as follows:

$$con(x; u), \forall u \in \mathcal{U}. \quad (7)$$

In other words, the worst-case analysis of the constraints in $con(x; u)$ requires decision x to satisfy the constraints in $con(x; u)$ for all $u \in \mathcal{U}$. Any decision that satisfies this manifestly stringent requirement necessarily satisfies the constraints for the worst value of $u \in \mathcal{U}$, regardless of what this value actually is. This means that

it is therefore unnecessary to know/identify this worst value. Still, much as the logic behind this requirement is consistent with the intuitive interpretation of the concept “worst case”, the fact remains that we have yet explained/defined what the worst value of $u \in \mathcal{U}$ pertaining to the constraints in $con(x;u)$ is, for a given decision $x \in X$.

Hence the following reasoning. For any given $x \in X$, let us partition the uncertainty space \mathcal{U} into two sets: One comprising the elements of \mathcal{U} that satisfy all the constraints, the other comprising the elements of \mathcal{U} that violate at least one of the constraints. Hence, define

$$\mathcal{U}^+(x) := \{u \in \mathcal{U} : \text{the pair } (x, u) \text{ satisfies all the constraints}\}, x \in X \quad (8)$$

$$\mathcal{U}^-(x) := \{u \in \mathcal{U} : \text{the pair } (x, u) \text{ violates at least one of the constraints}\}, x \in X \quad (9)$$

observing that each of these sets, but not both, can be empty.

Considering the above observation, for any given $x \in X$ we clearly prefer elements of $\mathcal{U}^+(x)$ to elements of $\mathcal{U}^-(x)$.

Now, two situations pertaining to the nature of the worst value of $u \in \mathcal{U}$ associated with decision x need to be considered. One is unambiguously clear, the other is somewhat subtler.

- **Situation 1:** Neither $\mathcal{U}^+(x)$ nor $\mathcal{U}^-(x)$ is empty.

In this case decision x satisfies the constraints for some, but not all, values of $u \in \mathcal{U}$. Hence, insofar as decision x is concerned, all the elements of $\mathcal{U}^-(x)$ are worst elements of \mathcal{U} and all elements of $\mathcal{U}^+(x)$ are best elements of \mathcal{U} .

- **Situation 2:** Either $\mathcal{U}^+(x)$ or $\mathcal{U}^-(x)$ is empty.

In this case, insofar as decision x is concerned, all $u \in \mathcal{U}$ are both worst and best values of $u \in \mathcal{U}$.

To expound Situation 2, suppose that $\mathcal{U}^+(x)$ is empty for some $x \in X$. This means that x violates the constraints for all $u \in \mathcal{U}$. Clearly then, all $u \in \mathcal{U}$ are worst values of $u \in \mathcal{U}$ with respect to decision x . But since there is no better $u \in \mathcal{U}$, namely since there is no $u \in \mathcal{U}$ satisfying the constraints in $con(x;u)$, all the elements of \mathcal{U} are also best elements of \mathcal{U} with respect to decision x .

Conversely, suppose that $\mathcal{U}^-(x)$ is empty for some $x \in X$. This means that x satisfies the constraints for all $u \in \mathcal{U}$. Clearly then, all $u \in \mathcal{U}$ are best values of $u \in \mathcal{U}$ with respect to decision x . But since there is no worse $u \in \mathcal{U}$, namely since there is no $u \in \mathcal{U}$ violating the constraints in $con(x;u)$, all the elements of \mathcal{U} are also worst elements of \mathcal{U} with respect to decision x .

The distinction between these two situations can be formalized as follows: Let

$$I_x^+(u) := \begin{cases} 1 & , \text{ the pair } (x, u) \text{ satisfies all the constraints} \\ 0 & , \text{ the pair } (x, u) \text{ violates at least one of the constraints} \end{cases}, x \in X, u \in \mathcal{U} \quad (10)$$

that is, let I_x^+ denote the *characteristic function* of set $\mathcal{U}^+(x)$.

Then, clearly, from the decision-maker’s point of view, as far as the constraints are concerned, the larger $I_x^+(u)$, the better. Consider then the following optimization problems

$$B_{con}(x) := \arg \max_{u \in \mathcal{U}} I_x^+(u), x \in X \quad (11)$$

$$W_{con}(x) := \arg \min_{u \in \mathcal{U}} I_x^+(u), x \in X. \quad (12)$$

By definition then, set $B_{con}(x)$ consists of all the best elements of \mathcal{U} with respect to decision x , whereas set $W_{con}(x)$ consists of all the worst elements of \mathcal{U} with respect to decision x .

► **Theorem 1.**

$$B_{con}(x) \neq W_{con}(x) \longrightarrow B_{con}(x) = \mathcal{U}^+(x) \text{ and } W_{con}(x) = \mathcal{U}^-(x) \quad (13)$$

$$B_{con}(x) = W_{con}(x) \longrightarrow B_{con}(x) = \mathcal{U} = W_{con}(x). \quad (14)$$

Proof. This follows directly from the distinction between Situation 1 and Situation 2, and the fact that by definition of $I_x^+(u) = 1$ iff $u \in \mathcal{U}^+(x)$, hence $I_x^+(u) = 0$ iff $u \in \mathcal{U}^-(x)$. Observe that Situation 1 is equivalent to $B_{con}(x) \neq W_{con}(x)$, Situation 2 is equivalent to $B_{con}(x) = W_{con}(x)$, and that the latter corresponds to cases where either $I_x^+(u) = 1, \forall u \in \mathcal{U}$ or $I_x^+(u) = 0, \forall u \in \mathcal{U}$. ◀

As for the existence of worst (best) cases:

► **Theorem 2.** *A worst case with respect to constraints always exists. Namely, for any given $x \in X$, set $W_{con}(x)$ is not empty.*

Proof. This follows directly from the definitions of $I_x^+(u)$ and $W_{con}(x)$, observing that since $I_x^+(u)$ can take at most two distinct values, the optimization problems (11)-(12) possess optimal solutions, hence both $B_{con}(x)$ and $W_{con}(x)$ are not empty. ◀

The implication of these results is that, methodologically, identifying worst cases pertaining to constraints is similar to identifying worst cases pertaining to payoffs/rewards. But most of all, in the case of constraints, the existence of a worst-case is never an issue. A worst case exists as a matter of principle!

As for the worst-case constraint (7), it can be derived formally by requiring decision x to satisfy the constraints in $con(x; u)$ for all the worst elements of \mathcal{U} with respect to x , namely for all $u \in W_{con}(x)$.

► **Theorem 3.**

$$con(x; u), \forall u \in W_{con}(x) \iff con(x; u), \forall u \in \mathcal{U}. \quad (15)$$

Proof. The \leftarrow part follows from the fact that $W_{con}(x) \subseteq \mathcal{U}$. The \rightarrow part follows immediately from the fact that if $W_{con}(x) \neq \mathcal{U}$, then $B_{con}(x) = \mathcal{U} \setminus W_{con}(x)$ and x satisfies the constraints for all $u \in B_{con}(x)$. ◀

In the next section we examine how these observations come into play in *robust optimization* [6, 7], where the goal is to obtain decisions that are robust against variations in the value of u over \mathcal{U} .

3. A ROBUST OPTIMIZATION PERSPECTIVE

In the context of problem $P((u))$, a decision $x \in X$ that performs “well” both with regard to the objective function and the constraints under consideration would immediately be deemed ROBUST (against the uncertainty in the true value of u). Thus, the robust-optimization counterpart of the parametric optimization problem (2) is as follows:

$$r^* := \max_{x \in X} \min_{u \in \mathcal{U}} \{f(x; u) : con(x; u), \forall u \in \mathcal{U}\}. \quad (16)$$

This is a *maximin* model that seeks robustness with respect to both the payoffs/rewards $f(x; u)$ and the constraints in $con(x; u)$. This is manifested in two iconic expressions: the expression $\min_{u \in \mathcal{U}}$ applies to $f(x; u)$ and represents a worst-case approach relating to payoffs/rewards, and the expression $\forall u \in \mathcal{U}$ represents a worst-case approach relating to the constraints $con(x; u)$. The textbook maximin model, namely

$$r^* := \max_{x \in X} \min_{u \in \mathcal{U}} f(x; u) \quad (17)$$

represents situations where robustness is sought only with respect to payoffs/rewards, namely situations where the constraints are not affected by u and can therefore be incorporated in the definition of X .

In practice, it is often expeditious to have the uncertainty space be dependent on the decision variable $x \in X$, in which case the robust-optimization model would take this form:

$$(R) \quad r^* := \max_{x \in X} \min_{u \in \mathcal{U}(x)} \{f(x; u) : con(x; u), \forall u \in \mathcal{U}(x)\} \quad (18)$$

where $\mathcal{U}(x)$ denotes the set of possible/plausible values of u associated with decision x .

An important instance of this maximin model represents situations where robustness is sought only with respect to the constraints, namely situations where $f(x; u)$ is not affected by u , to thereby render the expression $\min_{u \in \mathcal{U}(x)}$ superfluous. This maximin model takes the following form:

$$(C) \quad r^* := \max_{x \in X} \{f(x) : con(x; u), \forall u \in \mathcal{U}(x)\}. \quad (19)$$

The fact that the iconic $\min_{u \in \mathcal{U}(x)}$ operation is absent from this phrasing indicates that this maximin model does not seek robustness with respect to payoffs/rewards, seeing that these are independent of the uncertainty parameter u .

While it is no doubt true that maximin models of these types dominate the robust optimization literature (e.g. [6, 7]), there are other worst-case based robustness models to consider. So, in the next section we look at a vitally important generic model whose characteristic feature is that it conducts a *local*, rather than a *global* worst-case analysis.

4. Local worst-case analysis

The worst-case constraint $con(x; u), \forall u \in \mathcal{U}(x)$ examined in the preceding section is *global* in nature in that it requires decision x to satisfy the constraints under consideration for ALL possible/plausible values of the uncertainty parameter pertaining to decision x . This requirement is rather restrictive considering that, there are many cases where no decision satisfies this requirement. Also, there are many situations where the decision maker, to begin with, is interested only in decisions that are robust against SMALL PERTURBATIONS in a NOMINAL value of u .

To illustrate the use of a local worst-case analysis in the formulation of models of local robustness, consider the case where we can measure the distance between points in the uncertainty space \mathcal{U} , and let

$$\tilde{u} := \text{a nominal value of } u \quad (20)$$

$$\mathcal{N}(\alpha, \tilde{u}) := \text{neighborhood of size } \alpha \text{ around } \tilde{u}, \alpha \geq 0 \quad (21)$$

$$= \text{set of all elements of } \mathcal{U} \text{ that are within a distance } \alpha \text{ from } \tilde{u}. \quad (22)$$

For simplicity we assume that \mathcal{U} is the smallest set such that $U(\alpha, \tilde{u}) \subseteq \mathcal{U}, \forall \alpha \geq 0$.

Now, to relax the global requirement $con(x; u), \forall u \in \mathcal{U}$, we can instead require the less stringent condition $con(x; u), \forall u \in \mathcal{N}(\alpha, \tilde{u})$ for some $\alpha \geq 0$. With this in mind, consider the following:

► **Definition 4.** The RADIUS OF STABILITY of decision x at \tilde{u} is the size α of the largest neighborhood $\mathcal{N}(\alpha, \tilde{u})$ around \tilde{u} such that x satisfies the constraints in $con(x; u)$ for all $u \in \mathcal{N}(\alpha, \tilde{u})$. That is, the radius of stability of decision x at \tilde{u} is equal to

$$\rho(x, \tilde{u}) := \max_{\alpha \geq 0} \{ \alpha : con(x; u), \forall u \in \mathcal{N}(\alpha, \tilde{u}) \}, x \in X. \quad (23)$$

The larger $\rho(x, \tilde{u})$, the more locally robust x at \tilde{u} . ◀

This definition is illustrated in Figure 1. Details on the relationship between radius of stability models and maximin models can be found in [8, 9, 10]. For the purposes of this discussion, it suffices to note that radius of stability models are instances of the maximin model specified in (19).

5. MODELING WORST-CASE ANALYSES

Wald's maximin paradigm is the foremost framework available for applying a worst-case analysis in decision-making under a non-probabilistic uncertainty [12, 13] hence its prominence in *robust optimization* [6, 7]. And yet, as indicated in [8, 9, 10, 11, 14], serious misconceptions about various aspects of the modeling of worst-case analysis, hence of a maximin analysis abound in the literature.

For example, the literature on info-gap decision theory, e.g. [2, 3, 4], is replete with claims that info-gap's robustness analysis is not a worst-case analysis, while the fact of the matter is that this analysis is a radius of stability analysis, hence a local worst-case analysis *par excellence* (see formal proofs in [8, 9, 10, 14]).

A jarring fallacy that continues to circulate in this literature is of special concern. It asserts that for maximin models to be applicable, their uncertainty must be BOUNDED (e.g. [5]). To see how groundless this claim is, consider this simple maximin model:

$$z^* := \max_{-\infty \leq x \leq \infty} \min_{-\infty \leq u \leq \infty} \{ u^2 + 2xu - u^2 \} \quad (24)$$

observing that both the decision variable (x) and the uncertainty parameters (u) are unbounded. Clearly despite these objects being unbounded, this is a perfectly kosher maximin model whose optimal solution is $(x^*, u^*) = (0, 0)$, yielding $z^* = 0$.

Other serious misconceptions in this literature confuse local and global worst-case analyses, and a worst-case analysis of payoffs/rewards and a worst-case analysis of constraints (see [8, 9, 10]).

6. SUMMARY AND CONCLUSIONS

Worst-case analysis is an essential tool for handling uncertainty, especially a non-probabilistic uncertainty. While on the face of it, the concept "worst case" seems intuitively simple, experience has shown that its mathematical modeling can prove challenging. With the view to make this important tool more accessible to decision-makers, we explain and illustrate in this discussion the difference between a local and a global worst-case analysis, and the difference between a worst-case analysis of payoffs/rewards and a worst-case analysis of constraints.

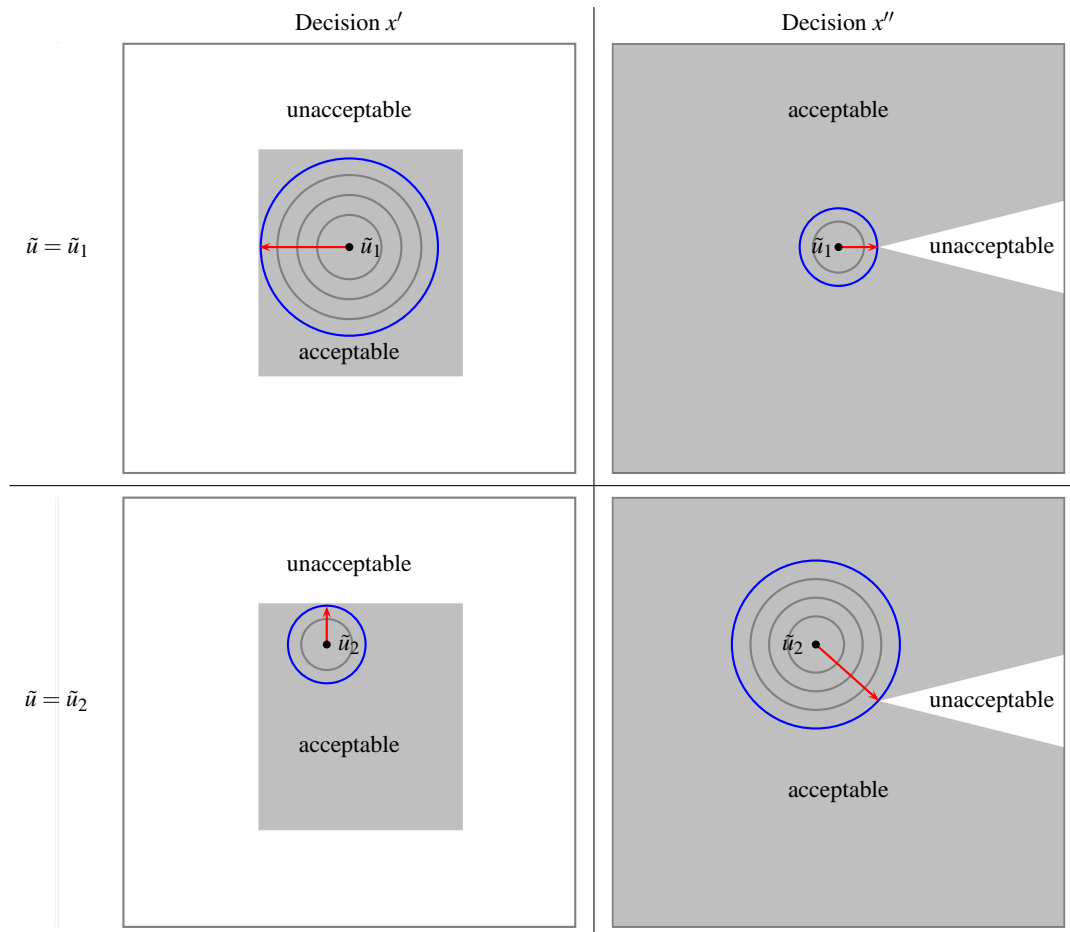


Figure 1 Radii of stability of two decisions at two nominal values of u .

The large rectangle represents the uncertainty space \mathcal{U} , the shaded areas represents the values of u that satisfy the constraints, the circles represent neighborhoods around \tilde{u} and the arrows represents the radii of stability. Note that decision x' is more locally robust than decision x'' at \tilde{u}_1 , whereas decision x'' is more locally robust than decision x' at \tilde{u}_2 .

REFERENCES

- [1] Rustem, B. & and Howe, M. (2002). Algorithms for Worst-case Design and Applications to Risk Management. Princeton: Princeton University Press.
- [2] Ben-Haim, Y. (2001). Information Gap Decision Theory. Amsterdam: Academic Press.
- [3] Ben-Haim, Y. (2006). Info-Gap Decision Theory. Amsterdam: Elsevier.
- [4] Ben-Haim, Y. (2010). Info-gap Economics: An Operational Introduction. London: Palgrave.
- [5] Ben-Haim, Y. (2012). Why risk analysis is difficult, and some thoughts on how to proceed. Risk Analysis, 32(10), 1638-1646.
- [6] Kouvelis, P., & Yu, G. (1997). Robust discrete optimization and its applications. Kluwer: Dordrecht.
- [7] Ben-Tal, A., El Gaoui, L., & Nemirovski, A. (2009). Robust optimization. Princeton University Press: Princeton.
- [8] Sniedovich, M. (2010). A bird's view of info-gap decision theory. Journal of Risk Finance, 11(3), 268-283.
- [9] Sniedovich, M. (2012). Black swans, new Nostradamuses, voodoo decision theories and the science of decision-making under severe uncertainty. International Transactions in Operational Research, 19(1-2), 253-281.
- [10] Sniedovich, M. (2012). Fooled by local robustness. Risk Analysis, 32(10), 1630-1637.
- [11] Sniedovich, M. (2008). Wald's maximin model: a treasure in disguise! Journal of Risk Finance, 9(3), 287-91.
- [12] Resnik, M.D. (1987). Choices: an Introduction to Decision Theory. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- [13] French, S.D. (1988). Decision Theory. New York: Ellis Horwood.
- [14] Sniedovich, M. (2011). A classical decision theoretic perspective on worst-case analysis. Applications of Mathematics, 56(5), 499-509.



METODOLOŠKI OKVIR ZA PROCENU RIZIKA U VANREDNIM SITUACIJAMA

METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR RISK ASSESSMENT IN EMERGENCIES

NENAD KOMAZEC¹, SUZANA SAVIĆ², MIOMIR STANKOVIĆ³

¹Univerzitet odbrane, Vojna akademija, Beograd, nkomazec@gmail.com

²Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Niš, suzanasav@gmail.com

³Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu, Niš, miomir.stankovic@gmail.com

Rezime: *Efikasan i blagovremen odgovor na opasnosti, čiji su portfolio vanredne situacije, zahteva ogromne napore, snage i sredstva, koncentrisane u profesionalnim službama sistema zaštite i spasavanja. Optimizacija snaga i sredstava je moguća, samo u slučaju poznavanja opasnosti koje prete šticećenim vrednostima subjekta. Procena rizika je efikasan alat, koji omogućava dostizanje visokog stepena poznavanja karakteristika opasnosti. U radu je prikazan metodološki okvir za procenjivanje rizika u vanrednim situacijama.*

Ključne reči: *vanredna situacija, rizik, procena rizika, opasnost*

Abstract: *Effective and timely response to the threat, whose portfolio of emergency, require enormous efforts, strengths and resources, concentrated in professional services, protection and rescue system. Optimization of power and resources is possible only in case of knowing the dangers that threaten the values of the protected entity. Risk assessment is an effective tool, which allows reaching a high level of knowledge of the dangers characteristics. Paper presents a methodological framework for risk assessment in emergencies.*

Keywords: *emergency, risk, risk assessment, danger*

1. UVOD

Aktuelna dešavanja u različitim krajevima sveta potvrđuju da ni jedna zemlja, bez obzira na nivo tehnološkog, privrednog i društvenog razvoja, ne može da zanemari brojne rizike i opasnosti od akcidenata, udesa, havarija, prirodnih katastrofa i drugih oblika razornog delovanja na čoveka, prirodna i materijalna dobra i životnu sredinu uopšte. Prema oceni analitičara godišnje se desi više od pet miliona registrovanih požara, sto hiljada vremenskih nepogoda, oko deset hiljada poplava, hiljade zemljotresa, uragana, tajfuna, vulkanskih erupcija, tropskih ciklona, milioni drumsko-transportnih nesreća, hiljade velikih industrijskih havarija i eksplozija, stotine brodoloma, desetine avionskih nesreća itd. Analiza literature pokazuje da usled elementarnih nepogoda i tehničko-tehnoloških nesreća u svetu godišnje izgubi život oko dva miliona ljudi, dok nekoliko desetina miliona zadobije traume, trovanja i druge zdravstvene posledice i probleme. Republika Srbija je učinila značajne korake ka sistemskom regulisanju i obezbeđenju bezbednosti svojih građana i uspostavljanju efikasne i organizovane zaštite stanovništva u vanrednim situacijama. [1]

2. VANREDNE SITUACIJE

Vanredne situacije su postale učestalije, raznovrsnije i bez obzira da li su nastale delovanjem prirode ili čoveka, svakog dana prouzrokuju sve veće posledice po ljude, materijalna dobra i životnu sredinu. Vanredne situacije su jedna od konstanti ljudske istorije i njeno pojmovno određenje opredeljuju, pre svega, različite vrste opasnosti koje ugrožavaju bezbednost. Upravo stoga, zbog mnogobrojnih opasnosti, vrlo je teško formulisati jedinstvenu, sveobuhvatnu i preciznu definiciju vanrednih situacija, koja bi obuhvatala sve njihove karakteristike i specifičnosti (Nikolić, Živković, 2011). Vanredna situacija podrazumeva rizike sa mogućim značajnim posledicama, kumulativne i udesne, antropogene, tehničke i prirodne, odnosno ona je poseban vid rizika (Stanković, Savić, Rašić, 2006).

Prema različitim literaturnim i pravnim izvorima, vanredna situacija je:

- Svaka neplanirana situacija koja može: da izazove smrt ili značajne povrede zaposlenih, korisnika ili šire populacije; da zatvori posao ili prekine operaciju; da bitno ošteti materijalna i prirodna dobra; ili da zapreti finansijskom stanju ili ugledu preduzeća. (www.fema.gov/business/guide/index.shtml)
- Narušavanje normalnog života i rada ljudi u objektu ili na određenoj teritoriji izazvano havarijom, elementarnim ili ekološkim udesima, epidemijama i sl., a koje dovodi ili može da dovede do ljudskih ili materijalnih gubitaka (Arhipova, Kuljba 1998, prema: Savić, Stanković, 2012);
- Stanje kada su rizici i pretnje ili posledice katastrofa, vanrednih događaja i drugih opasnosti po stanovništvo, životnu sredinu i materijalna dobra takvog obima i intenziteta da - njihov nastanak ili posledice nije moguće sprečiti ili otkloniti redovnim delovanjem nadležnih organa i službi, zbog čega je za njihovo ublažavanje i otklanjanje neophodno upotrebiti posebne mere, snage i sredstva uz pojačan režim rada (Zakon o vanrednim situacijama, „Sl glasnik RS”, br 111/09).

Svaka vanredna situacija ima samo sebi svojstvene uzroke nastanka, jedinstveni scenario razvoja, uticaj na čoveka i njegovu životnu sredinu, razmere i težinu posledica. [4] Iz toga proizilazi da se vanredne situacije mogu klasifikovati na osnovu brojnih kriterijuma. Najčešći kriterijumi klasifikacije vanrednih situacija su: uzroci nastanka vanredne situacije; brzina razvoja vanredne situacije i razmere rasprostranjenosti posledica vanredne situacije. Prema uzroku nastanka vanredne situacije se dele na: prirodne vanredne situacije; tehnološke vanredne situacije i antropogene vanredne situacije.

3. UGROŽENOST REPUBLIKE SRBIJE OD PRIRODNIH NEPOGODA I TEHNOLOŠKIH NESREĆA

Republika Srbija predstavlja područje koje je izloženo različitim vrstama prirodnih rizika. [6] Imajući u vidu učestalost prirodnih nepogoda, u Srbiji se poplave i klizišta mogu smatrati prioritarnim rizicima. Treći značajan rizik od prirodnih nepogoda u Srbiji odnosi se na šumske požare (Jelić, 2010).

3.1. Zemljotresi

Zemljotresi predstavljaju iznenadne, nagle i kratkotrajne udare, vibracije i podrhtavanje tla pri oslobađanju energije usled tektonskih pokreta i vulkanske aktivnosti. Seizmički rizik definiše nivo štete koje zemljotres čini prirodnoj i novostvorenoj sredini. Pojam "prihvatljiv seizmički rizik" predstavlja nivo zaštite koji društvo može prihvatiti prema svojim ekonomskim mogućnostima.

Za Srbiju nisu tipični razorni zemljotresi. Prema statističkim podacima zemljotresi u Srbiji i u regionu, su jačine od 5-9 stepeni Rihterove skale. Broj zemljotresa u Srbiji se kreće od 243 (1998) do 7.799 (1979). Snažna podrhtavanja tla moguća su u centralnoj Srbiji, gde su se u prošlosti dešavali najjači zemljotresi, počev od onog u Svilajncu 1983, preko potresa u Mionici 1998, do potresa u Kraljevu 2010. Rizične zone za zemljotres su i u Vojvodini, u dolini Dunava i Tise (zona Sremskih Karlovaca) i zona Vršca (obronci Karpata), zatim Fruška gora, naročito deo oko manastira Vrdnik (Šećerov, 2010).

3.2. Klizišta, odroni i erozije

Klizanje predstavlja savremeni geološki proces otkidanja i pomeranja stenskih masa u padinama i kosinama, preko stabilne podloge, a po jasno ispoljenoj površini ili zoni klizanja. Klizište je tvorevina procesa klizanja. Ono je, u suštini, deo terena u kome je aktivan proces klizanja. Rizik od klizišta je mera verovatnoće i veličine negativnih posledica po prirodu, materijalna dobra i ljude. Obično se izražava na određenom području ili objektu i veže za aktivnost u definisanom periodu vremena (npr.: 15; 20, 50 god. ili za vek eksploatacije razmatranog objekta). Srbija spada u područja prilično ugrožena ovom pojavom. Oko 30% naše zemlje je podložno klizištima. Samo na teritoriji Beograda postoji više od 750 klizišta, a u Srbiji čak oko 36000. Posebno je karakteristično klizište na delu Beograd –Niš, kod Ralje, i između Pojata i Ražnja u dužini od 3 km. U zoni klisura moguća je povremena pojava odrona.

3.3. Poplave

Poplava je pojava neuobičajeno velike količine vode na određenom mestu zbog delovanja prirodnih sila (velika količina padavina) ili drugih uzroka kao što je popuštanje ili rušenje brana nastalo zagrađivanjem (pregrađivanjem) reka usled klizanja ili odronjavanja, ratnih razaranja, i sl. Najčešće nastaju usled izlivanja površinskih tokova što je uzrokovano karakteristikom sliva (geološka građa, morfologija, vegetiranost i način korišćenja terena), kao i nereguliranim rečnim koritom. Takođe, česte su poplave bujičnih potoka i poplave usled izdizanja nivoa podzemnih voda. Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ iz Beograda izrađuje detaljniju kartu indikativnih poplavnih zona za Republiku Srbiju.

3.4. Olujni vetrovi i grad

Vetar je horizontalno strujanje vazduha. Vetar je određen pravcem, jačinom i brzinom. Pravac vetra se određuje prema strani sveta iz koje vazduh struji. Jačina vetra je efekat koji vetar proizvodi na pojedinim predmetima. Brzina vetra je put u metrima koji jedna vazдушna čestica pređe u jednoj sekundi.

Grad je vrsta padavina u čvrstom stanju. Pod pojmom padavina podrazumevaju se proizvodi vodene pare, koji u tečnom ili čvrstom stanju padaju iz oblaka na tlo ili se stvaraju pri tlu.

Dugogodišnje praćenje vremenske situacije od olujnih vetrova i grada od strane Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije pokazalo je da je teritorija Republike Srbije povremeno ugrožena i od olujnih vetrova i od grada. Ta situacija se unazad nekoliko godina pogoršava uticajem globalnih klimatskih promena. Ove nagle klimatske promene velikog intenziteta uticaće na brze i nagle pojave veoma jakih olujnih vetrova koji će biti praćeni velikim kišnim padavinama, a u toku letnjih meseci i jakim gradom. Takav novi klimatološki fenomen se prvi put pojavio u Republici Srbiji u julu 1999. (nagli olujni vetrovi praćeni jakim gradom, a zatim velikim temperaturama i dužim sušnim periodima u toku leta).

3.5. Snežna mećava, poledica

Snežna mećava je vremenska nepogoda koju karakterišu niske temperature, vetrovi od 7 Bf (14 m/s) ili jači, i obilne snežne padavine koje smanjuje vidljivost na 0.5 km ili manje u trajanju od najmanje 3 sata. Snežni nanos je nataloženi sneg koji se u toku snežne mećave ili oluje oblikuje vetrom u vidu grebena ili gomila snega koju je naneo vetar, nataložena uz neku prepreku ili neravninu terena.

Poledica je vrsta niske padavine koja se javlja tokom zime. Nastaje kada sitne prehladene kapi vode padaju na tlo ili predmete čija je temperatura ispod 0°C. Tom prilikom one se odmah smrjavaju i stvara se tanka ledena kora. Poledica stvara velike probleme na putevima širom sveta, jer otežava i često potpuno onemogućava normalno odvijanje saobraćaja.

Praćenje meteorološke situacije od strane Republičkog hidrometeorološkog Zavoda Srbije pokazalo je da je teritorija Republike Srbije u zimskom periodu povremeno, i sve više, ugrožena od snežnih oluja koje uzrokuju snežne nanose – smetove na putevima. Uticajem globalnih klimatskih promena ta situacija se pogoršava. Nagle klimatske promene velikog intenziteta utiču na naglu pojavu guste magle na putu i pojavu sve većih snežnih nanosa, najčešće uz trasu reka. S obzirom da su putevi građeni uz korita reka (Dunav, Sava, Morava), pojava magli, snežnih oluja i smetova sve češće se pojavljuje kao faktor rizika na pojedinim deonicama puta.

3.6. Suša

Suša je definisana kao prirodni fenomen koji nastaje kada padavine značajno negativno odstupaju od normalnih vrednosti i izazivaju ozbiljne promene u hidrološkom bilansu koje štetno utiču na zemljišne produkcione sisteme. Postoje sledeći tipovi suše: meteorološka, poljoprivredna, hidrološka i socioekonomska, međusobno povezani, iako svaki od njih ima posebne faktore formiranja i uticaje. Teritorija Republike Srbije izložena je i uticaju visokih temperatura koje uzrokuju sušne periode. Nagle klimatske promene velikog intenziteta utiču i na pojavu sve većih oscilacija dnevnih temperatura (preko 35°C) i pojavu velikog intenziteta indeksa UV zraka (preko 12). RHMZ je u okviru meteo prognoze uspostavio sistem meteo alarma i podatke prenosi na sajt i preko medija. Može se smatrati da je na taj način uspostavljena početna preventivna funkcija sistema ranog informisanja i upozorenja vozačima i putnicima o prognozi visokih temperatura i pojačanog UV zračenja, u realnom vremenu.

3.7. Epidemije i epizootije

Epidemija zarazne bolesti jeste porast broja obolelih od zarazne bolesti veći od uobičajenog u određenoj populaciji i određenom vremenu. U slučaju epidemije zaraznih bolesti na inicijativu Ministarstva zdravlja formiraju se zajednička tela, operativni timovi za: aktivnosti zdravstvenog sistema, planiranje i koordinaciju, komunikaciju kao i praćenje situacije i procenu. Epizootije sličan uticaj ostavljaju na životinje.

3.8. Šumski požari

Značajan rizik od elementarnih nepogoda u Srbiji odnosi se na šumske požare. Šumski požar je nekontrolisano, stihijsko kretanje vatre po šumskoj površini. Pripada prirodnim katastrofama. Šumski požari predstavljaju veoma ozbiljan i uvek aktuelan društveni i privredni problem. Oni spadaju u štetne faktore koji za kratko vreme mogu da pričinu velike štete i da izmene izgled jednog šumskog područja. Šumski požari menjaju sastav biljnih vrsta, pretvarajući šume u poseban oblik vegetacije koja za duži period može biti bez

ikakvog privrednog, ekonomskog i zaštitnog značaja. Požari se najčešće javljaju u sušnim godinama, kada su u letnjim periodima visoke temperature vazduha, a atmosferske padavine minimalne. Ovde je potrebno naglasiti mogućnost ugrožavanja većeg broja ljudi i imovine u slučaju nastanka većeg šumskog požara. Ugroženost dobara i ljudi od većih šumskih požara naglašena je u sušnim periodima, tokom cele godine, a posebno leti. U cilju doprinosa organizovanoj zaštiti od požara, RHMZ, u okviru svojih funkcionalnih obaveza, od 2008.g. vrši procenu opasnosti od pojave šumskih požara na teritoriji Republike Srbije, korišćenjem kanadskog metoda određivanja indeksa opasnosti od pojave šumskih požara (*Fire Weather Index, FWI*).

3.9. Požari, eksplozije i havarije

Požar je proces nekontrolisanog sagorevanja kojim se ugrožavaju život i zdravlje ljudi, materijalna dobra i životna sredina. Eksplozija je proces naglog sagorevanja koji nastaje kao posledica upotrebe zapaljivih tečnosti i gasova i ostalih gorivih materija koje sa vazduhom mogu stvoriti eksplozivnu smešu, praćenu udarnim talasom pritiska produkata sagorevanja i porastom temperature, kao i naglog razaranja plašta posuda usled neplaniranog ili nekontrolisanog širenja fluida i razletanja delova uređaja, tehnološke opreme ili objekata, kojim se ugrožavaju život i zdravlje ljudi i materijalna dobra. Havarija je razaranje osnovnih sklopova postrojenja u privrednim, javnim i drugim objektima koje predstavlja opasnost za život i zdravlje ljudi, za materijalna dobra i izbijanje požara.

3.10. Tehničko-tehnološki udesi i teroristički napadi

Udes je iznenadni i nekontrolisani događaj koji nastaje upravljanjem određenim sredstvima i obavljanjem aktivnosti sa opasnim materijama. Prema podacima kojima raspolaže Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije, u našoj zemlji, godišnje se registruje oko 20-25 udesa manjeg obima, koji u najvećem broju slučajeva ne prelaze okvire industrijskog kompleksa.

Teroristički akt je delatnost kojom se uz upotrebu opasnih sredstava i materija planski ugrožavaju životi ljudi i životna sredina.

3.11. Nuklearni i radijacioni akcidenti

Nuklearni akcident je vanredni događaj koji zahteva sprovođenje zaštitnih mera na nuklearnim objektima, a u kome je došlo ili može da dođe do:

- oslobađanja energije u lančanoj nuklearnoj reakciji ili prilikom raspada proizvoda lančane nuklearne reakcije;
- izlaganja jonizujućim zračenjima.

Radijacioni akcident je vanredni događaj koji zahteva sprovođenje zaštitnih mera u skladištima radioaktivnog otpada, pri rukovanju sa izvorima jonizujućeg zračenja.

4. OKVIR ZA PROCENU UGROŽENOSTI I RIZIKA U VANREDNIM SITUACIJAMA

Metodologija za procenu ugroženosti i rizika definisana je Uputstvom o metodologiji za izradu procene ugroženosti i planova zaštite i spasavanja u vanrednim situacijama („Sl. glasnik RS“, br. 96/2012).

4.1. Procena ugroženosti

Procena je dokument kojim se identifikuju opasnosti, izvori i oblici ugrožavanja, mogući efekti i posledice, procena ugroženosti-rizika, sagledavanje snaga, sredstava i preventivnih mera za odgovor na opasnosti izazvane elementarnim nepogodama i drugim nesrećama, zaštitu i spasavanje života i zdravlja ljudi, životinja, zaštitu materijalnih, kulturnih dobara i životne sredine.

Procenom ugroženosti od elementarnih nepogoda i drugih nesreća se definiše:

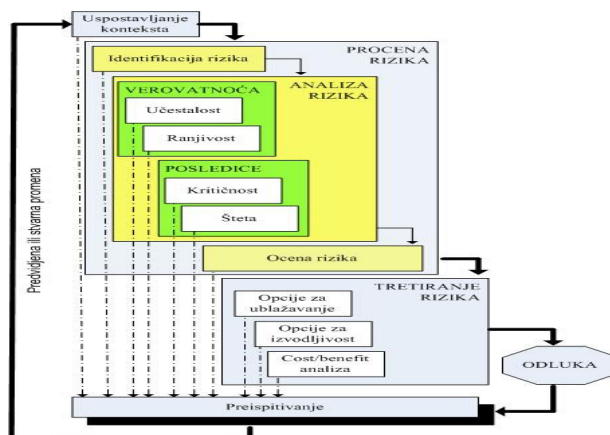
1. Položaj i karakteristike teritorije;
2. Procena kritične infrastrukture sa stanovišta ugroženosti od elementarnih nepogoda i drugih nesreća;
3. Identifikacija opasnosti i procena rizika od elementarnih nepogoda i drugih nesreća;
4. Procena potrebnih snaga, sredstava i preventivnih mera za zaštitu i spasavanje

4.2. Procena rizika

Procena rizika je sveukupan proces identifikacije, analize i ocene rizika. Procena rizika uključuje proces identifikovanja unutrašnjih i spoljašnjih pretnji i ranjivosti, identifikovanja verovatnoće događaja sa porastom takvih pretnji i ranjivosti, definisanja ključnih funkcija potrebnih za kontinuitet operacija,

definisana kontrole na mestu potrebnom za smanjenje izloženosti i analizu troškova takve kontrole. Da bi bila efikasna i održiva procena rizika treba da bude integrisana na svim nivoima zaštite i spasavanja i podržana od strane organa vlasti. Prema metodologiji za procenu rizika od elementarnih nepogoda i drugih nesreća potrebno je obraditi svaku pojedinačnu opasnost. [5]

Metodologija za procenu rizika obuhvata sledeće korake: utvrđivanje konteksta, procenu rizika (identifikacija, analiza i ocena rizika) i tretiranje rizika. Procena rizika se vrši u odnosu na štice vrednosti, a to su: ljudi, životinje, ekonomija, ekologija i društveno-politička situacija.



Izvor: Standard SRPS A.L2.003 Društvena bezbednost – Procena rizika u zaštiti, lica, imovine i poslovanja
Slika 1: Proces procene rizika

Identifikacija i preliminarna analiza potencijalnih opasnosti. Kod procene rizika teritorije-područja potrebno je izvršiti identifikaciju i preliminarnu analizu potencijalnih opasnosti od: PN-1 Zemljotresa; PN-2 Odrona, klizišta i erozija; PN-3 Poplava; PN-4 Olujnih vetrova; PN-5 Grada; PN-6 Snežne mećave, nanosa i poledice; PN-7 Suša; PN-8 Epidemije; PN-9 Epizootija; TTN-1 Požara i eksplozija; TTN-2 Tehničko-tehnoloških udesa i terorističkih napada i TTN-3 Nuklearnih ili radijacionih akcidenta. Preliminarna analiza potencijalnih opasnosti ima za cilj da se ustanovi da li postoji određena opasnost na datom području, a zatim da odredi stepen njenog uticaja, sa aspekta ugrožavanja štice vrednosti, u odnosu na druge opasnosti. Po završetku preliminarne analize vrši se rangiranje potencijalnih opasnosti prema dobijenim veličinama, od najveće do najmanje. Na osnovu dobijenog ranga potencijalnih opasnosti, donosi se odluka o hitnosti preduzimanja mera za smanjenje potencijalne opasnosti. Odluka o hitnom preduzimanju mera za potencijalnu opasnost sa najvećom veličinom opasnosti ne sme da dovede do zapostavljanja ostalih potencijalnih opasnosti sa nižim veličinama opasnosti, naprotiv, mora se i o njima voditi računa. Rezultati preliminarne analize potencijalnih opasnosti su ulazni rezultati analize rizika. [2]

Analiza rizika. Nakon završetka preliminarne analize potencijalnih opasnosti, subjekat vrši analizu rizika. Analiza rizika obuhvata određivanje verovatnoće i posledica, a rezultuje determinisanjem nivoa rizika.

Određivanje verovatnoće. Verovatnoća predstavlja kombinaciju učestalosti određenog štetnog događaja i ranjivosti u odnosu na potencijalnu opasnost. Učestalost se odnosi na ponavljanje određenog štetnog događaja u vremenskom periodu ili na izloženost štice vrednosti određenoj potencijalnoj opasnosti u određenoj vremenskoj jedinici. Učestalost se primenjuje u dva pojavna oblika, i to: (1) učestalost kada postoji evidencija štetnih događaja i (2) učestalost kada ne postoji evidencija štetnih događaja. Ranjivost predstavlja postojeće stanje zaštite subjekta, odnosno osetljivost subjekta na potencijalne opasnosti.

Određivanje posledica. Posledice predstavljaju efekat štetnog događaja po štice vrednosti, a manifestuju se kroz veličinu gubitka (štetu) u odnosu na kritičnost štice vrednosti. Šteta je mera oštećenja štice vrednosti. Kritičnost je mera vrednosti, odnosno važnosti štice vrednosti, odnosno osetljivosti, na efekte delovanja štetnog događaja na štice vrednosti.

Određivanje nivoa i klasifikacija rizika. Nivo rizika je proizvod stepena verovatnoće i stepena posledica. Radi ocene rizika potrebno je izvršiti klasifikaciju rizika u kategorije, a potom odrediti koji su rizici prihvatljivi a koji nisu. Rizici se klasifikuju u kategorije od najniže (prva) do najviše (peta). Na osnovu liste prihvatljivih i neprihvatljivih rizika definiše se lista prioriteta. Prioritetno se tretiraju oni rizici koji imaju najveći nivo rizika. Prilikom određivanja koji rizici će prioritetno biti tretirani, potrebno je obrati pažnju na mogućnost postojanja rizika sa niskim nivoom rizika i mogućnosti da primenom mera tretiranja prerastu u visoke rizike sa potrebom za prioritetnim tretmanom.

4.3. Tretman rizika

Tretmanom neprihvatljivih rizika, odnosno preduzimanjem raznovrsnih planskih mera, redukuje se nivo rizika na prihvatljiv nivo. Izrađuje se plan za tretman rizika koji načelno sadrži: rizik, aktivnost, nosioca aktivnosti, vreme realizacije, saradnike u realizaciji aktivnosti, vreme i način izveštavanja. [6]

Radi smanjivanja nivoa rizika od dejstva negativnih posledica identifikovane potencijalne opasnosti ili kombinacija opasnosti preduzima se jedna ili kombinacija sledećih mera:

a) *Izbegavanje rizika*. Radi tretmana rizika primenom strategije izbegavanja rizika vrši se zamena započetih aktivnosti alternativnim, bez narušavanja projektovanih ciljeva.

b) *Smanjivanje rizika izmenom procedure*. Radi tretmana rizika primenom strategije smanjivanja rizika izmenom procedure vrši se revidiranje načina-procedura za realizaciju kritičnih aktivnosti bez narušavanja projektovanih ciljeva.

v) *Smanjivanje verovatnoće dešavanja*. Radi tretmana rizika primenom strategije smanjivanja verovatnoće dešavanja potencijalnih opasnosti, vrši se primena mera koje će smanjiti učestalost dešavanja ili vremensku izloženost štice vrednosti potencijalnim opasnostima kao i uvođenje nove ili povećanje postojeće zaštite kritičnih elemenata.

g) *Smanjivanje posledica potencijalnih opasnosti*. Radi tretmana rizika primenom strategije smanjivanja mogućih posledica potencijalnih opasnosti preduzimaju se mere zaštite štice vrednosti od mogućih oštećenja na osnovu poznavanja karakteristika štice vrednosti i elemenata sistema upravljanja, kao i smanjenja osetljivosti na potencijalne opasnosti.

d) *Zadržavanje ili prihvatanje rizika*. Radi tretiranja rizika primenom strategije zadržavanja rizika u procesu funkcionisanja zadržavaju se sve aktivnosti koje ne predstavljaju trenutnu potencijalnu opasnost sa neprihvatljivim nivoom rizika. Takve potencijalne opasnosti moraju biti pod kontrolom i moraju se preduzimati adekvatne mere da nivo rizika ne postane neprihvatljiv. Prihvatanje rizika vrši se samo kada postoji opravdanost iskazana kroz korist.

5. ZAKLJUČAK

Od suštinskog je značaja definisanje i operacionalizacija metodološkog okvira za procenu rizika u vanrednim situacijama. I pored postojanja određenih resursa sistema zaštite i spasavanja, postoje veliki problemi oko njihovog lociranja i dimenzionisanja. [3]Ujednačen pristup svih relevantnih činilaca sistema zaštite i spasavanja identifikaciji i tretiranju opasnosti omogućava i ujednačen način razmišljanja i delovanja u preventivnom i kurativnom smislu. Kriterijumi razvijeni u cilju procene rizika će dobiti na kvalitetu kroz proces korišćenja, a samim tim će resursi sistema zaštite i spasavanja biti optimalno korišćeni u vanrednim situacijama.

LITERATURA

- [1] Jelić, M. (2010). Modeli osiguranja od prirodnih opasnosti sa katastrofalnim posledicama na teritoriji Srbije. Diplomski – Master rad. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka
- [2] Keković, Z., Savić, S., Komazec, N., Milošević, M., Jovanović, D., (2011). Procena rizika u zaštiti lica, imovine i poslovanja, Centar za analizu rizika i upravljanje krizama, Beograd
- [3] Nikolić, V., Živković, N. (2011). Bezbednost radne i životne sredine, vanredne situacije i obrazovanje. Niš: Fakultet zaštite na radu u Nišu.
- [4] Savić, S., Stanković, M. (2012). Teorija sistema i rizika. Beograd: Akademski misao.
- [5] Stanković, M., Savić, S., Rašić, B. (2006). O strateškim i operativnim planovima za upravljanje vanrednim situacijama. Zbornik radova sa simpozijuma o operacionim istraživanjima, SYM OP IS '06. Beograd: Fakultet organizacionih nauka.
- [6] Šećerov, P. (2010). Model procene rizika i uspostavljanje sistema integrisane zaštite na koridoru 10. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Fakultet bezbednosti.
- [7] Uputstvo o metodologiji za izradu procene ugroženosti i planova zaštite i spasavanja u vanrednim situacijama, „Sl. glasnik RS“, br. 96/2012.
- [8] Zakon o vanrednim situacijama, „Sl. glasnik RS“, br. 111/2009.



TRAŽNJA ZA PROIZVODIMA OSIGURANJA U USLOVIMA ASIMETRIČNE INFORMISANOSTI

DEMAND FOR INSURANCE PRODUCTS UNDER ASYMMETRIC INFORMATION

JELENA KOČOVIĆ¹, DEJAN TRIFUNOVIĆ², MARIJA JOVOVIĆ³

¹ Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu, kocovic@ekof.bg.ac.rs

² Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu, dejan@ekof.bg.ac.rs

³ Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu, marijajovovic@ekof.bg.ac.rs

Rezime: U radu se razmatraju teorijski modeli tražnje za osiguranjem u uslovima asimetrične informisanosti, uvažavajući specifičnosti proizvoda osiguranja. Poseban predmet analize je način formiranja i struktura premije osiguranja, koja utiče kako na dohodak osiguranika (i samim tim i na tražnju za osiguranjem), tako i na adekvatnost kapitala osiguravača i, u dugom roku posmatrano, njegovu sposobnost izmirenja preuzetih obaveza prema osiguranicima. U zemljama sa niskom kulturom osiguranja i nedovoljnom razvijenošću tržišta osiguranja, pored visine premije osiguranja, tražnju za osiguranjem uslovljava i percepcija i razumevanje materijalne i nematerijalne vrednosti osiguranja od strane tekućih i potencijalnih osiguranika.

Ključne reči: osiguranje, premija osiguranja, tražnja za osiguranjem, asimetrične informacije.

Abstract: The paper considers theoretical models of the demand for insurance in terms of asymmetric information, taking into account specifics of insurance products. A particular object of analysis is the formation method and the structure of the insurance premium, which affects both the income of policyholders (and therefore the demand for insurance) and capital adequacy of insurers and, in the long-term perspective, their ability to meet commitments to policyholders. In countries with low insurance culture and insufficient development level of the insurance market, in addition to the amount of the insurance premium, the demand for insurance is also determined by the perception and understanding of tangible and intangible value of insurance by current and potential clients.

Keywords: insurance, insurance premium, insurance demand, asymmetric information.

1. UVOD

Specifične karakteristike proizvoda osiguranja uslovljavaju ponašanje učesnika na tržištu osiguranja. Sa jedne strane, kupoprodaja osiguranja presudno zavisi od poverenja osiguranika u istinitost obećanja osiguravača da će mu isplatiti naknadu štete u slučaju realizacije osiguranog slučaja. Sa druge strane, osiguranik je, po pravilu, relativno bolje informisan o rizicima kojima je izložen, u odnosu na osiguravača koji te rizike preuzima u sopstveno pokriće. U takvim uslovima apstraktne prirode proizvoda osiguranja i istovremene informacione asimetrije, određivanje premije osiguranja, kao cene proizvoda osiguranja, predstavlja veoma kompleksan problem, od čijeg uspešnog rešavanja zavisi funkcionisanje i, u dugom roku posmatrano, razvoj tržišta osiguranja.

Nakon objašnjenja specifičnosti proizvoda osiguranja, u radu će biti obrazložen način formiranja premije osiguranja, kao najvažnijeg izvora sredstava osiguravajućih kompanija, koji uslovljava profitabilnost i solventnost osiguravača, ali i tražnju za osiguranjem. U nastavku rada će biti analizirani teorijski modeli grupne i razdvajajuće ravnoteže na tržištu osiguranja u uslovima asimetrične informisanosti.

2. SPECIFIČNOSTI PROIZVODA OSIGURANJA

Za razliku od obične robe, koju kupac prilikom kupovine može da percipira, dodirne, proizvod osiguranja ne raspolaže takvim svojstvima. U osiguranju se za određeni iznos u vidu premije osiguranja prodaje obećanje osiguravača da će, ako se na osiguranom objektu desi osigurani slučaj koji dovodi do materijalne štete, obešteti osiguranika prema uslovima iz ugovora o osiguranju. Proizvod osiguranja, kao i svaki drugi, ima svoju upotrebnu vrednost i vrednost. Upotrebna vrednost proizvoda osiguranja sastoji se u obezbeđenju

zaštite osiguranika od određenih rizika. U strukturi upotrebne vrednosti možemo posmatrati nematerijalnu i materijalnu vrednost. Nematerijalna ili psihološka vrednost proizvoda osiguranja predstavlja garanciju duševnog mira, spokojstva i poverenja njegovog korisnika da rizici koji mu prete ne predstavljaju opasnost za njega, budući da će u slučaju njihove realizacije biti materijalno obeštećen od strane osiguravača. Materijalna vrednost, kao sastavni deo upotrebne vrednosti proizvoda osiguranja, predstavlja materijalnu kompenzaciju šteta, nastalih kao posledica nastupanja osiguranih slučajeva. Na taj način, prilikom isplate naknade štete ili osigurane sume proizvod osiguranja postaje za osiguranika opipljiv kao materijalno blago u vidu novčanog obeštećenja od strane osiguravača. Stoga, možemo smatrati da je proizvod osiguranja istovremeno i usluga i proizvod, kada se materijalizuje kroz isplatu naknade. Budući da je usluga osiguranja nematerijalna, a i da materijalna strana proizvoda osiguranja do i za vreme kupoprodaje takođe ne može da se oseti, možemo da zaključimo da je proizvod osiguranja enigma za njegove kupce.

Vrednost proizvoda osiguranja možemo posmatrati i sa aspekta troškova koji treba da se pokriju i normativa za profit koji je motiv poslovanja osiguravača. Odnosno, vrednost proizvoda osiguranja uključuje dve komponente: cenu koštanja i profit. Cena koštanja proizvoda osiguranja nadoknađuje osiguravaču tekuće troškove za kreiranje i realizaciju proizvoda osiguranja. Profit omogućuje proširenu reprodukciju osiguravajuće preduzetničke delatnosti. Bez vrednosti i njenih sastavnih komponenti nemoguće je realizovati upotrebnu vrednost proizvoda osiguranja za osiguranika, tj. obezbediti zaštitu njegovih imovinskih interesa.

Svaki proizvod osiguranja je u osnovi povezan sa konkretnim objektom osiguranja, definisanjem uzroka osiguranja (rizika koji se osigurava), sume osiguranja i cene (premije osiguranja). Specifičnost proizvoda osiguranja ogleda se u tome što je premija osiguranja uvek manja od osigurane sume. To obezbeđuje tržišnu privlačnost proizvoda osiguranja i odgovarajuću tražnju za njima. Budući da je broj polisa (kupaca) po pravilu mnogo veći od broja osiguranih slučajeva, a visina premije osiguranja usklađena sa rizikom, prodavac ne snosi gubitak od ukazane razlike između sume osiguranja odnosno, uslovno rečeno, potencijalne vrednosti i cene proizvoda osiguranja. Sa aspekta osiguranika, postavlja se pitanje da li je vrednost proizvoda osiguranja suma osiguranja na koju je osiguran objekat na koji se odnosi taj proizvod ili je to potencijalna vrednost koja će predstavljati vrednost proizvoda osiguranja samo u slučaju realizacije rizika, odnosno nastupanja osiguranog slučaja. Šta predstavlja vrednost proizvoda osiguranja u situaciji kada nije nastupio osigurani slučaj i kada osiguranik ima samo trošak u vidu plaćene premije osiguranja? U tom slučaju, plaćanje premije osiguranja može se vezati za nematerijalnu upotrebnu vrednost tog proizvoda, odnosno za duševni mir i spokojstvo koje je obezbedio sebi osiguranik nasuprot strepnji i nemiru u slučaju nekupovine proizvoda osiguranja. Možemo da zaključimo da je osiguranje kao element tržišnih odnosa svojevrсна igra čiji su učesnici pre svega kupci proizvoda osiguranja, odnosno osiguranici i osiguravajuće kompanije kao prodavci. U toj igri, koja je zasnovana na verovatnosnim elementima, njihovi učesnici moraju da se ponašaju po određenim pravilima koje propisuje država u okviru odgovarajuće zakonske regulative (Kočović & Trifunović 2013).

3. FORMIRANJE CENE OSIGURANJA

Cena proizvoda osiguranja, kao i svaka druga cena, menja se pod uticajem ponude i tražnje. Međutim, u osiguranju se mora odrediti donja granica cene, koja predstavlja aktuarski fundiranu cenu ispod koje se ne bi smelo ići, jer bi u suprotnom bila ugrožena finansijska stabilnost osiguravača. Donja granica cene osiguranja određuje se na bazi ravnoteže između naplaćenih premija i isplaćenih naknada na neto nivou. Ravnoteža prihoda i rashoda je uslov da osiguravajuća kompanija posluje bez gubitka. Gornju granicu cene proizvoda osiguranja određuje visina tražnje za tim proizvodom. Pri dovoljno visokoj tražnji, kada postoji masovna potreba za osiguranjem i nedovoljan broj osiguravajućih kompanija koje nude taj proizvod pod približno istim uslovima, postoji mogućnost da se u toku određenog vremena održi visok nivo premije. Međutim, kako se ponuda povećava u uslovima konkurencije, opasno bi bilo držati previsoku cenu. Osiguranici će napuštati osiguravajuće kompanije koje imaju više cene i odlaziti kod drugih koje nude isti kvalitet proizvoda po nižim cenama. Stoga, na tržištu osiguranja kao i na svakom drugom tržištu, postoji tendencija izravnjanja cena istih proizvoda osiguranja koje nude različiti osiguravači. Zbog navedenog je u osiguravajućim kompanijama prisutan konflikt između aktuarskog i marketinškog pristupa. U periodu osvajanja tržišta, marketari se zalažu za što niže cene proizvoda osiguranja, a sa druge strane aktuari ne smeju da dozvole da najniži nivo cena bude ispod aktuarski fundiranog (Kočović, Šulejić, & Rakonjac Antić 2010).

Vrednost usluge osiguranja, ili njena cena, izražena je u iznosu premije osiguranja, koju osiguranik, ili ugovarač osiguranja, uplaćuje osiguravaču. Pored osnivačkog uloga, premija osiguranja predstavlja najznačajniji izvor sredstava osiguravača, od čijeg iznosa zavisi njegov finansijski položaj i solventnost. Premija treba da obezbedi pokriće očekivanih iznosa odštetnih zahteva u toku perioda osiguranja, formiranje

adekvatnog nivoa rezervi, pokriće troškova sprovođenja osiguranja i određeni nivo profita. Stoga se u strukturi bruto premije $BP_i(t)$ za i -tu vrstu osiguranja, koja se odnosi na vremenski period $(0, t]$, izdvajaju četiri komponente:

$$BP_i(t) = P_i(t) + \Lambda_i(t) + E_i(t) + P_f(t) \quad (1)$$

gde su simbolima $P_i(t)$, $\Lambda_i(t)$, $E_i(t)$ i $P_f(t)$ označeni riziko premija, dodatak za sigurnost, režijski dodatak i dodatak za profit, respektivno (Rakonjac Antić, Kočović, & Rajić 2011). Riziko premija je namenjena pokriću rizika, i kao takva odgovara očekivanoj vrednosti isplata šteta u datoj vrsti osiguranja $X_i(t)$:

$$P_i(t) = E[X_i(t)] \quad (2)$$

Na prikazani način određuje se čista, "fer tržišna premija", pri kojoj portfelj osiguranja u proseku ne donosi ni dobitak ni gubitak (Mikosh 2004). Međutim, pošto su u praksi moguća pozitivna i negativna odstupanja faktičke u odnosu na očekivanu realizaciju rizika, neto tarifna stopa, pored same rizične stope, uključuje i riziko ili stabilizacioni dodatak. Kako se premija osiguranja određuje unapred, postoji rizik da će se štetni događaji dešavati po nepovoljnijem scenariju od očekivanog, tako da iznosi isplata na ime naknade štete budu veći od iznosa riziko premije. U slučaju takvog nepovoljnog scenarija, riziko premija će biti dovoljna da obešteti samo n klijenata. Svaki razuman klijent shvata da baš on može da bude taj $(n+1)$ -i, te je zato spreman da plati nešto više nego što iznosi riziko premija, da bi izbegao situaciju da baš on neće biti obeštećen. Riziko dodatak za koji se uvećava riziko premija upravo treba da obezbedi pokriće viška štete iznad izračunate prosečne vrednosti šteta. Posledično, u skladu sa tzv. principom očekivane vrednosti, tehničku (ili neto¹) premiju, koja služi izravnanju rizika u osiguranju, čini riziko premija uvećana za dodatak za sigurnost (Dickson 2005):

$$NP_i(t) = (1 + \rho)E[X_i(t)], \quad \rho > 0 \quad (3)$$

na osnovu čega je dodatak za sigurnost upravo srazmeran očekivanoj vrednosti ukupnog iznosa šteta, tj. $\Lambda_i(t) = \rho E[X_i(t)]$. Pored navedenog principa očekivane vrednosti, u relevantnoj literaturi iz oblasti aktuarstva susreću se i drugi principi formiranja premije neživotnih osiguranja, kojima se uzima u obzir varijabilitet odštetnih zahteva. Najčešće korišćeni princip kalkulacije premije u oblasti neživotnih osiguranja je tzv. princip standardne devijacije. Prema ovom principu, tehnička premija je jednaka:

$$NP_i(t) = E[X_i(t)] + \alpha \sqrt{Var[X_i(t)]}, \quad \alpha > 0 \quad (4)$$

tj. dodatak za sigurnost je upravo srazmeran standardnoj devijaciji ukupnog iznosa šteta: $\Lambda_i(t) = \alpha \sqrt{Var[X_i(t)]}$. Dalje, dodatak za sigurnost može biti upravo srazmeran varijansi ukupnog iznosa šteta, tj. $\Lambda_i(t) = \beta Var[X_i(t)]$, u skladu sa tzv. principom varijanse, za koji je tehnička premija jednaka:

$$NP_i(t) = E[X_i(t)] + \beta Var[X_i(t)], \quad \beta > 0 \quad (5)$$

Moguće je dokazati da je princip standardne devijacije asimptotski ekvivalentan principu čiste premije, zbog čega rezultuje manjom premijskom stopom u poređenju sa principima očekivane vrednosti i varijanse, koji se asimptotski isto ponašaju. (Mikosh 2004). Za određivanje dodatka za sigurnost i tehničke premije, pored navedenih, mogu biti korišćeni i drugi principi kalkulacije premije, poput modifikovanog principa varijanse, eksponencijalnog principa, ili, na primer, principa nulte korisnosti, koji zahteva poznavanje viših momenata raspodele ukupnog iznosa šteta (šire videti u: Bühlmann 2005).

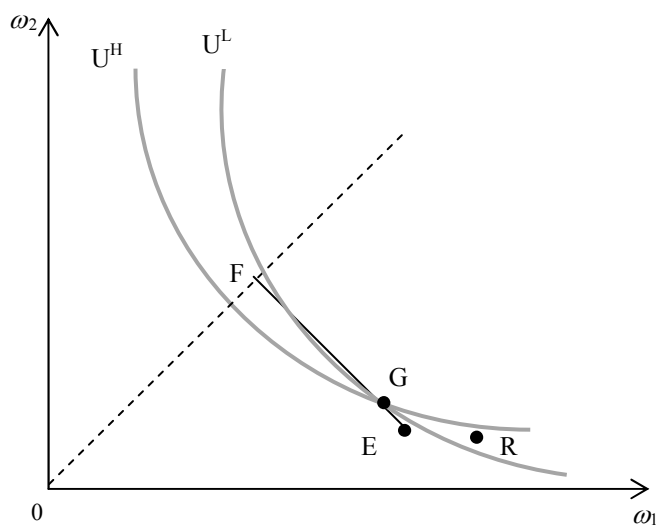
Poslovanje osiguravajućih kompanija je jedinstveno po tome što, u vreme kada se određuje cena i kada je proizvod prodat, glavni deo poslovnih rashoda, koga čine isplate odštetnih zahteva, nije poznat. Zapravo, ovi rashodi su poznati tek nakon nekoliko godina. Na neizvesnost u proceni odštetnih zahteva utiču mnogi faktori (neprecizne prognoze, promene u zakonu ili slučajne varijacije). Stoga je utvrđivanje premije osiguranja veoma kompleksno i komplikovano i zahteva visok nivo multidisciplinarnih znanja. Za njeno

¹ Preciznije, neto premija osiguranja jednaka je tehničkoj premiji uvećanoj za dodatak za preventivu, koji formira tzv. fond preventive, namenjen sprečavanju nastupanja štetnih događaja. U slučaju njegovog izostanka, tehnička i neto premija su istovetne kategorije.

određivanje zaduženi su aktuari koji poseduju složena znanja iz matematike, matematičke statistike, aktuarske matematike, osiguranja, finansija i dr. Aktuari moraju kontinuirano pratiti dinamiku promene rizika koji utiču na adekvatnost premije osiguranja i reagovati tako što će toj dinamici prilagođavati ocene rizika i na taj način aktivno upravljati njima. Da bi osiguravač poslovao profitabilno i uspešno, njegova tarifna politika se mora prilagođavati ostvarenim tehničkim rezultatima. Negativan tehnički rezultat za određenu vrstu osiguranja predstavlja prvi znak da treba preispitati adekvatnost premije osiguranja, odnosno njenu potcenjenost. Ukoliko premija osiguranja nije dovoljna da obezbedi profitabilno poslovanje osiguravača i kontinuitet preuzete zaštite od rizika, povećava se zahtev za kapitalom. Dakle, formiranje premije osiguranja je najosetljiviji problem od koga zavisi ispunjenje osnovne funkcije osiguranja koja se odnosi na zaštitu osiguranika. Od premije osiguranja zavisi i tražnja za osiguranjem što ćemo pokazati u nastavku teksta.

4. OPTIMALNO OSIGURANJE U USLOVIMA ASIMETRIČNE INFORMISANOSTI

Kao što je već obrazloženo, osiguranje predstavlja specifičnu vrstu usluge, koja omogućuje pojedincu da otkloni rizik kome je izložen i obezbedi ravnotežu svog dohotka, a samim tim i graničnu korisnost u različitim situacijama. Razmotrimo slučaj asimetrične informisanosti kada postoje dve vrste osiguranika. Jedan deo osiguranika izložen je visokom, a drugi deo niskom riziku, tj. $\pi^H > \pi^L$ (Rothschild and Stiglitz, 1976), gde π predstavlja verovatnoću realizacije osiguranog slučaja. Udeo osiguranika koji su izloženi visokom riziku je λ , pa je prosečna verovatnoća realizacije osiguranog slučaja $\bar{\pi} = \lambda \pi^H + (1 - \lambda) \pi^L$. Razmotrićemo dve vrste ravnoteže na ovom tržištu. U grupnoj ravnoteži svi osiguranici zaključuju isti tip ugovora o osiguranju, dok u razdvajajućoj ravnoteži različite vrste osiguranika zaključuju različitu vrstu ugovora o osiguranju. Situacija grupne ravnoteže je ilustrovana na slici 1.



Slika 1: Grupna ravnoteža

Na horizontalnoj i vertikalnoj osi na slici 1 prikazan je dohodak osiguranika u situaciji kad nije realizovan i kad je realizovan osigurani slučaj, respektivno (ω_1 i ω_2). Tačka E predstavlja dohodak pojedinca koji nije osiguran. Očigledno je da je dohodak veći u situaciji 1 kada nije realizovan osigurani slučaj nego u situaciji 2. Nakon zaključenja ugovora o osiguranju po aktuarski fer premiji, pojedinac dolazi u tačku F na liniji 45^o gde je njegov dohodak ujednačen u dve moguće situacije, tj. pojedinac je u potpunosti osiguran.

Nagib krive indiferentnosti je jednak graničnoj stopi supstitucije, tj. graničnu stopu supstitucije dobijamo na osnovu funkcije očekivane korisnosti:

$$E[u] = (1 - \pi) \cdot u(\omega_1) + \pi \cdot u(\omega_2) \quad (6)$$

$$GSS = \frac{u'(\omega_1)(1 - \pi)}{u'(\omega_2)\pi} \quad (7)$$

Na liniji 45^o dohodak je isti u obe moguće situacije, kao i granična korisnost, pa je apsolutna vrednost nagiba krive indiferentnosti jednaka $(1 - \pi) / \pi$. Pri tome, na slici 1 U^H predstavlja krivu indiferentnosti za

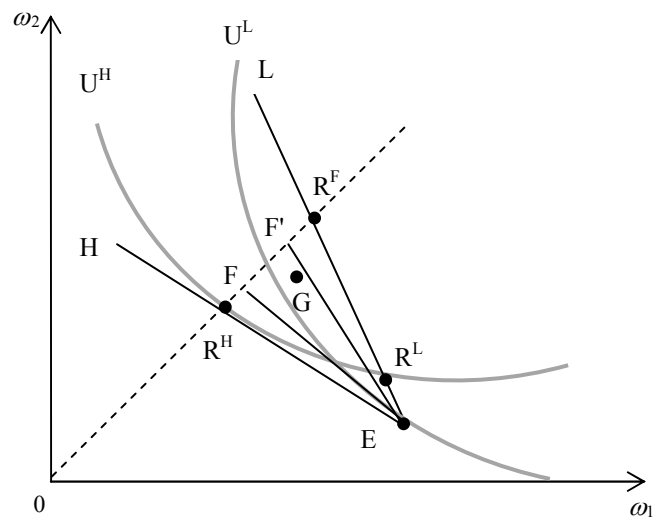
pojedince koji je izložen većem riziku, a U^L krivu indiferentnosti za pojedinca koji je izložen manjem riziku. Kriva indiferentnosti U^L je strmija od krive indiferentnosti U^H duž linije 45° , što proizilazi iz pretpostavke da je $\pi^H > \pi^L$.

U dugoročnoj ravnoteži savršene konkurencije, očekivani profit osiguravajuće kompanije će biti jednak nuli, tj:

$$(1 - \pi)pq - \pi(1 - p)q = 0 \quad (8)$$

gde p predstavlja premijsku stopu, a q sumu osiguranja. Rešavanjem ove jednačine po $(1 - p)q$ određujemo nagib budžetske linije $(1 - \pi)/\pi$. Linija EF predstavlja liniju nultog očekivanog profita za osiguravajuću kompaniju u slučaju kad zaključuje ugovor o osiguranju na osnovu prosečne izloženosti riziku. Apsolutna vrednost nagiba ove linije je: $(1 - \bar{\pi})/\bar{\pi}$.

Pretpostavimo da je ugovor G ponuđen obema grupama osiguranika. Međutim, ugovor R se nalazi ispod krive indiferentnosti osiguranika izloženog visokom riziku, a iznad krive indiferentnosti osiguranika izloženog niskom riziku. Dakle, ovaj ugovor donosi veću korisnost osiguranicima izloženim niskom riziku i oni preferiraju ugovor R u odnosu na ugovor G. Osiguranici izloženi visokom riziku preferiraju ugovor G u odnosu na ugovor R. Dakle, ugovor R dovodi do odstupanja od grupne ravnoteže, što nam pokazuje da na ovom tržištu ne postoji grupna ravnoteža. Videćemo da ukoliko na ovom tržištu postoji ravnoteža, ona mora da bude razdvajajuća. Situaciju razdvajajuće ravnoteže prikazujemo na slici 2.



Slika 2: Razdvajajuća ravnoteža

Na slici 2, linija nultog očekivanog profita za osiguravajuću kompaniju po osnovu ugovora sa osiguranicima izloženim niskom riziku je EL, a po osnovu ugovora sa osiguranicima izloženim visokom riziku je EH. Razmotrimo razdvajajuću ravnotežu u kojoj osiguranici izloženi visokom riziku zaključuju ugovor R^H , dok osiguranici izloženi niskom riziku zaključuju ugovor R^L . Oba ugovora podrazumevaju potpuno osiguranje, jer se nalaze na liniji 45° . Međutim, ugovor R^L se nalazi iznad krive indiferentnosti za osiguranika izloženog visokom riziku i preferiran je u odnosu na ugovor R^H . Ugovor R^L se nalazi na liniji nultog očekivanog profita za osiguravajuću kompaniju po osnovu ugovora sa osiguranicima izloženim niskom riziku, pa ukoliko ovaj ugovor zaključuju oba tipa osiguranika, naplaćena premija će biti manja od isplaćene osigurane sume i osiguravajuća kompanija će poslovati sa gubitkom. Dakle, u razdvajajućoj ravnoteži, ugovor za osiguranike koji su izloženi niskom riziku mora da se nalazi ispod krive indiferentnosti U^H , a duž linije EL, kao što je slučaj sa ugovorom R^L .

Ostalo nam je još da analiziramo da li postoji neki ugovor za obe vrste osiguranika koji je atraktivniji u odnosu na ponuđene ugovore u razdvajajućoj ravnoteži. Ugovor G se nalazi iznad krive indiferentnosti za obe vrste aktera i preferiran je u odnosu na ponuđene ugovore u razdvajajućoj ravnoteži. Profitabilnost ovog ugovora zavisi od udela jedne i druge grupe osiguranika. Ukoliko postoji veliki broj osiguranika izloženih visokom riziku, tako da EF predstavlja liniju nultog očekivanog profita za osiguravajuću kompaniju po osnovu zaključenja ugovora sa obe vrste osiguranika, ovaj ugovor će doneti gubitak osiguravajućoj kompaniji i neće biti ponuđen. Ukoliko je udeo osiguranika izloženih visokom riziku mali, tako da EF predstavlja liniju nultog očekivanog profita za osiguravajuću kompaniju po osnovu zaključenja ugovora sa

obe vrste osiguranika, ovaj ugovor će biti profitabilan i narušiće razdvajajuću ravnotežu. Prethodno smo dokazali da grupna ravnoteža na ovom tržištu ne postoji, što znači da u ovom slučaju ravnoteža na ovom tržištu ne postoji.

Na osnovu prethodne analize možemo da zaključimo da prisustvo osiguranika izloženih visokom riziku nameće negativne eksterne efekte osiguranicima izloženim niskom riziku. U odsustvu osiguranika izloženih visokom riziku, druga grupa osiguranika bi bila u potpunosti osigurana, a zbog eksternih efekata biće samo delimično osigurana. Drugim rečima, osiguranici izloženi visokom riziku se nalaze u istom položaju kao i u uslovima simetrične informisanosti, budući da su u potpunosti osigurani, dok se osiguranici izloženi niskom riziku nalaze u lošijem položaju. Rezultati ovog modela su u skladu sa rezultatima pionirskog Akerlofovog (1970) modela o lošem odabiru na tržištu polovnih automobila, gde prodavci automobila niskog kvaliteta nameću negativne eksterne efekte prodavcima visokog kvaliteta. Nešto strožiji koncept ravnoteže koji bi mogao biti primenjen u prethodnoj analizi je Vilsonov (1977) koncept informaciono konzistentne ravnoteže. Skup ugovora R predstavlja informaciono konzistentnu ravnotežu ukoliko svi ugovori u skupu R donose nenegativan očekivani profit i ako ne postoji drugi skup ugovora R' koji bi doneo nenegativan očekivani profit nakon što ugovor iz skupa ugovora R bude povučen sa tržišta usled uvođenja ugovora iz skupa R'.

5. ZAKLJUČAK

Objašnjeni teorijski modeli tražnje za osiguranjem pokazuju da su, u uslovima informacione asimetrije i savršene konkurencije na tržištu osiguranja, visoko - rizični osiguranici u potpunosti osigurani, za razliku od osiguranika sa niskim rizikom, čije je osiguravajuće pokriće delimično. Prisustvo informacione asimetrije izaziva implikacije na proces formiranja premije osiguranja, dizajniranja ugovora o osiguranju, profitabilnost osiguravača i tražnju za osiguranjem. Teorijska razmatranja potkrepljuju činjenicu da su naznačajnije promenljive od kojih zavisi tražnja za proizvodima osiguranja dohodak osiguranika i visina premije osiguranja. Međutim još značajnije je shvatiti specifičnost proizvoda osiguranja, čija vrednost u slučaju realizacije rizika može biti višestruko veća u odnosu na plaćenu premiju osiguranja.

U zemljama u tranziciji, poput Srbije, potencijal tržišta osiguranja je znatno veći od njegove realne razvijenosti. Pored nivoa ekonomskog razvoja, jedan od ključnih razloga za to je i nepoznavanje suštine proizvoda osiguranja. U radu smo pokušali da damo doprinos poimanju specifičnosti proizvoda osiguranja, njihove upotrebne vrednosti i vrednosti, kao preduslovu za rast njihove prodaje, a samim tim i rast tržišta osiguranja.

LITERATURA

- [1] Akerlof, G. (1970). The Market for Lemmons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism Quarterly Journal of Economics, 84, 488-500.
- [2] Bühlmann, H. (2005). Mathematical Methods in Risk Theory. Berlin: Springer – Verlag.
- [3] Dickson, D. (2005). Insurance Risk and Ruin. Cambridge: Cambridge University Press.
- [4] Kočović, J., Šulejić, P., & Rakonjac Antić, T. (2010). Osiguranje. Beograd: Ekonomski fakultet.
- [5] Kočović, J., & Trifunović, D. (2013). Understanding the essence of insurance product as the condition for the development of insurance market in Serbia. In J. Kočović, B. Jovanović Gavrilović, & M. Radović Marković (Eds.), Product Specifics on the Markets of Insurance and Reinsurance (3-17). Belgrade: Faculty of Economics.
- [6] Mikosh, T. (2004). Non-life insurance mathematics: an introduction with stochastic processes, Berlin: Springer – Verlag.
- [7] Rakonjac Antić, T., Kočović, J., & Rajić, V. (2011). Upravljanje aktuarskim rizicima pri formiranju tarifa u osiguranju. U J. Vuleta, M. Backović, & Z. Popović (Eds.), XXXVIII Simpozijum o operacionim istraživanjima -SYMOPIS, Zbornik radova, Beograd: Ekonomski fakultet.
- [8] Rothschild, M., & Stiglitz, J. (1976). Equilibrium in Competitive Insurance Markets: an Essay on the Economics of Imperfect Information. Quarterly Journal of Economics, 90, 629-649.
- [9] Wilson, C. (1977). A Model of Insurance Markets with Incomplete Information. Journal of Economic Theory, 16, 167-207.



Višekriterijumska analiza i optimizacija



RANGIRANJE BANAKA EVALUACIJOM KVALITETA USLUGA: KOMBINOVANI PRISTUP FAKTORSKE ANALIZE I ANALITIČKOG MREŽNOG PROCESA

RANKING OF BANKS BY EVALUATION OF SERVICE QUALITY: COMBINED APPROACH OF FACTOR ANALYSIS AND ANALYTIC NETWORK PROCESS

DR PREDRAG MIMOVIĆ¹, DR JELENA STANKOVIĆ²

¹ Ekonomski fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Đure Pucara Starog 3, Kragujevac, Srbija, mimovicp@kg.ac.rs

² Ekonomski fakultet, Univerzitet u Nišu, Trg Kralja Aleksandra, Niš, Srbija, jelena.stankovic@eknfak.ni.ac.rs

Apstrakt: U radu je pokazana primena Analitičkog mrežnog procesa u obuhvatanju i evaluaciji elemenata kvaliteta bankarskih usluga. Za identifikaciju i klasterizaciju atributa bankarske usluge, korišćeni su rezultati na bazi sprovedene faktorske analize. Rezultati faktorske analize korišćeni su kao input za model Analitičkog mrežnog procesa, formiranje mreže međusobnih uticaja identifikovanih faktora i sintezu ocene performanse bankarskih usluga, čime su stvorene pretpostavke za evaluaciju i rangiranje banaka prema kvalitetu usluga.

Ključne reči: Banka, usluga, kvalitet, faktorska analiza, analitički mrežni proces, procena, evaluacija, rangiranje.

Abstract: The paper shows the use of the Analytic Network Process in inclusion and in the evaluation of the quality elements of banking services. For identification and clustering of attributes of banking services, the results are based on the conducted factor analysis. The results of the factor analysis were used as input for the model of Analytic Network Process, the formation of networks of mutual influence of the identified factors and the synthesis of performance appraisal, banking services, which created the preconditions for the evaluation and ranking of banks' service quality.

Keywords: Bank, service, quality, factor analysis, analytic network process, assessment, evaluation and ranking.

1. UVOD

Kao posledica rastućeg značaja sektora usluga u globalnoj ekonomiji, u pogledu učešća u društvenom bruto proizvodu i kreiranju novih radnih mesta, poslednjih decenija se pažnja sve više fokusira na evaluaciju i poboljšanje kvaliteta usluga. Sve jača konkurencija u sektoru usluga je primorala organizacije da traže efikasan način da se diferenciraju na tržištu, kako bi povećale verovatnoću zadovoljstva kupaca i opstale na tržištu. U situaciji, kao što je to slučaj u bankarskom sektoru, kada se nude gotovo identične usluge, kvalitet tih usluga može biti jedini način za diferenciranje i uspešno tržišno pozicioniranje banaka.

Savremene finansijske institucije se bore da pronađu ili da razviju instrumente za merenje kvaliteta njihovih usluga [1], jer je pružanje kvalitetnih usluga važna marketing strategija.

Pored diversifikacije usluga, ideja zadovoljstva kupaca i formulisanje proaktivne marketinške strategije s ciljem da se privuku novi klijenti, predstavljaju ključne

preduslove za opstanak banaka [2]. Nivo zadovoljstva kupaca postaje glavni instrument banaka u nastojanju da povećaju tržišno učešće. Zadovoljstvo klijenta je mera obima u kojem banka ispunjava opšta očekivanja klijenta u odnosu na model idealne banke u njegovom umu [3]. Preciznije, troškovi zadržavanja postojećih kupaca unapređenjem proizvoda i usluga koji su percipirani kao značajni, znatno su niži od cene osvajanja novih potrošača [4]. U tom smislu, strategijsko upravljanje kvalitetom usluga predstavlja neophodnost kako u industrijskom, tako i u bankarskom sektoru [5].

U kontekstu bankarskih usluga, strateški ciljevi bankarskog menadžmenta su visok nivo profitabilnosti od postojećih klijenata i mali procenat izgubljenih klijenata. S obzirom da kvalitet usluga predstavlja jednu od najznačajnijih determinanti izražavanja preferencija i zadovoljstva potrošača, generalno, ocena kvaliteta bankarskih usluga sa stanovišta satisfakcije klijenata, predstavlja značajan reper menadžmentu banaka za kontrolu bankarskog poslovanja i ostvarenje strateških ciljeva poslovanja banke.

Kvalitet bankarskih usluga kao važna dimenzija bankarskog poslovanja se ne može kvantitativno izraziti preko objektivnih pokazatelja, s obzirom na neopipljive karakteristike koje ga determinišu, ali se može evaluirati sa aspekta različitih subjektivnih kriterijuma, kao što su stavovi, shvatanja i osećanja kupca. U tom smislu ocena kvaliteta bankarskih usluga predstavlja slabo strukturirani višekriterijumski problem, koji se može rešavati metodologijom odgovarajućeg nivoa kompleksnosti.

Imajući navedeno u vidu, predmet istraživanja u radu je mogućnost primene Analitičkog mrežnog procesa (AMP), kao višekriterijumskog metoda za podršku odlučivanju u procesu evaluacije kvaliteta bankarskih usluga. Polazna hipoteza je da se postojeći indikatori ocene kvaliteta, dobijeni primenom drugih metoda kao što je recimo, faktorska analiza, uspešno mogu korigovati i poboljšati procenama dobijenim primenom AMP modela evaluacije kvaliteta.

Cilj istraživanja je da se integracijom i koordinacijom informacija, koje se ne mogu adekvatno inkorporirati korišćenjem kvantitativnih metoda evaluacije, inkorporira i objektivizira subjektivnost u proceni i oceni kvaliteta kao teško merljive dimenzije bankarskog poslovanja, čime se stvaraju pretpostavke za rangiranje banaka sa aspekta kvaliteta usluga, od strane zainteresovanih stejkholdera, klijenata, menadžera, akcionara ili eksperata.

2. PREGLED LITERATURE

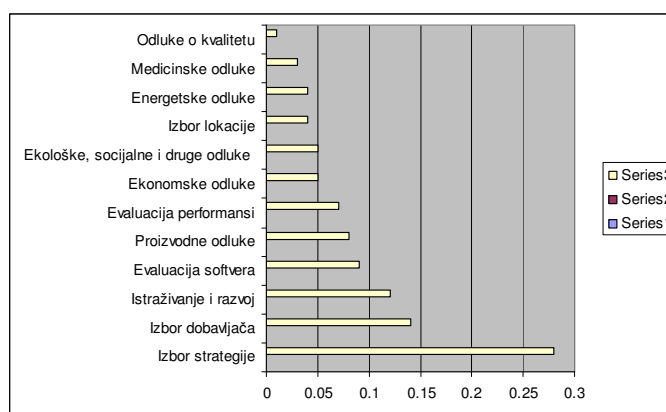
Kvalitet usluga u bankarskom sektoru je od izuzetnog značaja za opstanak i funkcionisanje banaka, zbog latentne pretnje od gubitka klijenata i njihovog prelaska kod konkurentskih banaka. Višedimenzionalnost i nemogućnost objektivnog izražavanja kvaliteta, uslovlila je ograničenost u pogledu mogućnosti kvantitativnog pristupa u merenju kvaliteta usluga. Značajan doprinos u tom pogledu dao je Parasuraman [6], čiji model kvaliteta usluga (SERVQUAL) se intenzivno koristi za procenu kvaliteta usluga u različitim poslovnim domenima. Mnogi istraživači su takođe usvojili ovaj model za merenje i procenu kvaliteta usluga banaka.

Evaluacija kvaliteta usluga bankarskog sektora je opisana u brojnim radovima [7], [8], [9], [10]. Dugi redovi, ograničeno vreme za usluživanje klijenata, greške u finansijskim transakcijama uzrokovane ljudskim faktorom i preterana birokratija, najčešći su problemi u korišćenju bankarskih usluga [11]. S druge strane, savremeni faktori, kao što su zahtevniji i informisaniji klijenti, pojava novih tehnologija i povećanje konkurencije, uslovlili su potrebu za redefinisanjem odnosa između banaka i klijenata, kao i potrebu za reformulisanjem strategije za opstanak i širenje poslovanja i ciljnog kvaliteta usluga [12]. Empirijska istraživanja [13], [14], su pokazala da su klijenti koji su zadovoljni kvalitetom usluga, lojalni svojim bankama, i manje skloni da se presele u drugu banku. Klijenti s jedne strane, žele da budu sigurni da je izabrana banka najbolji menadžer za njihov novac, ali takođe žele i korektno servisiranje njihovih usluga i sigurnost finansijskih transakcija.

Kvalitet usluga je pitanje koje je podjednako važno, kako za privatne, tako i državne banke [15]. Allred & Adams [16], analiziraju kvalitet usluga banaka u različitim dimenzijama, u zavisnosti od perspektive klijenata. Angur et al., [17], analiziraju različite dimenzije kvaliteta usluga bankarskog sektora u privredama u razvoju. Jham & Kan [18], mere odnos između banaka i performanse zadovoljstva kupaca, sa fokusom na kvalitet usluga. Mualla [19], meri kvalitet usluga komercijalnih banaka u Jordanu. Rezultati studije pokazuju da je kvalitet bankarskih usluga na nezadovoljavajućem nivou, sa relevantnim praktičnim implikacijama koje se tiču menadžmenta banaka i njegove osposobljenosti da na osnovu rezultata studije dizajnira interne marketing strategije za poboljšanje kvaliteta usluga. Mishra et al., [20], vrše komparativnu analizu kvaliteta bankarskih usluga primenom SERVQUAL metoda, između privatnih i državnih banaka u Indiji, u cilju boljeg razumevanja višedimenzionalne prirode kvaliteta usluga i njegovih implikacija na konkurentnost banaka. Zaključak je da je zadovoljstvo klijenata srž modernog marketinga, ali da se ispitanici-evaluatori i jednih i drugih banaka, uglavnom fokusiraju na ljudski faktor u oceni kvaliteta usluga, za razliku od samih banaka koje akcenat stavljaju na opipljive i vidljive dimenzije kvaliteta, kao što su kompjuteri, bankomati i sl., u cilju privlačenja klijenata. SERVQUAL metod koriste i Islam & Ali [21], u studiji koja ispituje međuzavisnost kvaliteta usluga, zadovoljstva i lojalnosti potrošača. Na uzorku od 222 bankarska klijenta, rezultati istraživanja su pokazali da postoji jak uticaj kvaliteta usluga na zadovoljstvo klijenata, što posledično vodi ka većoj lojalnosti klijenata prema određenim bankama. Takođe, u studiji slučaja, na primeru bankarskog sektora Kine, Wang, Lo & Hui [22], zaključuju da i kvalitet usluga i kvalitet proizvoda, imaju značajan uticaj na reputaciju banaka, uz sugestiju menadžerima da podjednako obrate pažnju kako na njihove komparativne prednosti, tako i na distinktivne doprinose u izgradnji pozitivne reputacije banaka.

3. METODOLOGIJA

Za evaluaciju kvaliteta bankarskih usluga u radu predlažemo Analitički mrežni proces (AMP), čija je efektivna sposobnost da obuhvati i evaluira brojne, direktne i povratne uticaje svih elemenata koji čine jedan problem odlučivanja, uspešno potvrđena u brojnim empirijskim istraživanjima. Analitički mrežni proces je metod za podršku odlučivanju koji je razvio Thomas Saaty [23] i koji omogućuje obuhvatanje, kvantifikovanje i objektivizaciju svih relevantnih, opipljivih i neopipljivih (tangible and untagible) faktora u procesu odlučivanja, kao i sve postojeće uticaje između kriterijuma odlučivanja i alternativa [24]. Analitički mrežni proces omogućuje interakcije i *feedback* unutar i između komponenata modela: u klasterima (unutrašnja zavisnost) i između klastera (spoljašnja zavisnost). Ovakav *feedback* uspešno obuhvata kompleksne veze, posebno u slučajevima rizika i neizvesnosti. Pregled AMP aplikacija objavljenih u naučnim časopisima (Grafikon 1), pokazuje da je najveći broj ovih aplikacija bio posvećen rešavanju problema strategijskog odlučivanja (28%), (uglavnom problema evaluacije i izbora optimalnih poslovnih strategija i strategija lanaca snabdevanja), a u nešto manjem obimu i rešavanju političkih problema i konflikata između pojedinih zemalja i kompanija.



Grafikon 1: Pregled AMP aplikacija. [26]

4. OPIS PROBLEMA I KONSTRUKCIJA MODELA

Na osnovu empirijskog istraživanja i sprovedene faktorske analize [25], a u cilju identifikacije zajedničkih karakteristika faktora, relevantnih za ocenu kvaliteta bankarskih usluga, kao i njihovih međuzavisnosti, AMP model evaluacije različitih dimenzija kvaliteta bankarskih usluga, čine tri klastera:

Klaster Poštovanje i razumevanje klijenata,

Klaster Profesionalnost,

Klaster Imidž

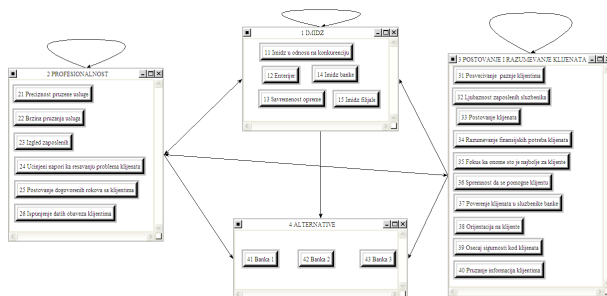
Između i unutar ovih klastera postoje interakcije koje je prema sprovedenoj faktorskoj analizi, potrebno uzeti u obzir prilikom procena mere uticaja i poređenja parova elemenata problema odlučivanja, i to:

- - između klastera Imidž i klastera Profesionalnost postoji dvosmerna zavisnost;
- - između klastera Imidž i klastera Profesionalnost postoji dvosmerna zavisnost;
- - između klastera Profesionalnost i klastera Poštovanje i razumevanje klijenata, postoji dvosmerna zavisnost,
- - u klasterima Imidž, Profesionalnost i Poštovanje i razumevanje klijenata postoji unutrašnja zavisnost,
- - klaster alternative je pod uticajem ostalih klastera.

Osnovni cilj modela, je da se kroz evaluaciju međusobnih uticaja posmatranih dimenzija kvaliteta usluga, grupisanih u klaster, stvori osnova za rangiranje banaka prema kvalitetu usluga.

Na slici 1, prikazan je AMP model problema rangiranja banaka, kojeg pored tri klastera koji sadrže faktore koje su klijenti banaka identifikovali kao značajne kada ocenjuju kvalitet bankarskih usluga, čini i klaster *Alternative*, kojeg čine tri banke. Mrežu međusobnih uticaja, pored klastera i čvorova u njima, čine i veze između njih. Između klastera postoje veze zato što postoje veze između pojedinih čvorova. Tako je veza između klastera *Imidž* i klastera *Profesionalnost* prirodna, s obzirom da na imidž banaka očigledno utiču brzina i preciznost pružanja usluge, ali, s druge strane, jasno je da je taj uticaj i povratan, tako da imidž banke definitivno utiče na potrebu poboljšanja kvaliteta bankarskih usluga, pa samim tim i preciznost i brzinu pružanja bankarskih usluga, što se u modelu prikazuje dvosmernom strelicom. Na sličan način

identifikovani su i ostali međusobni uticaji u modelu. U klasteru *Alternative*, ilustracije radi, navedene su tri hipotetičke banke, čije rangiranje na osnovu evaluacije kvaliteta bankarskih usluga, poređenje parova elemenata modela i klastera, uzimajući u obzir zadovoljstvo klijenata bankarskom uslugom izraženo u faktorskoj analizi, vrši nezavisni ekspert E.



Slika 1. AMP model rangiranja banaka evaluacijom kvaliteta bankarskih usluga.

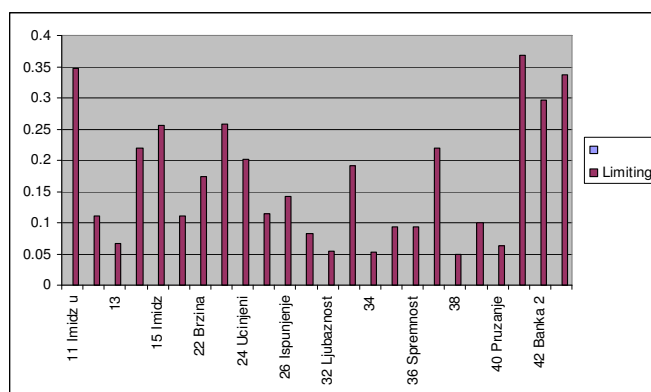
Pretpostavimo da je u skladu sa teorijskim pretpostavkama na kojima počiva, izvršeno poređenje parova elemenata i njihovih uticaja u AMP mreži, prema skali poređenja 1-9 [27] i da su prioriteti koji reprezentuju strukturu preferencija eksperta E, prikazani na slici 2. Ekspert E polazi od prirodne pretpostavke da klasteri nemaju podjednaku važnost, tako da je rezultat njegovih poređenja klastera prikazan u tabeli 2, iz koje se može videti da je ekspert E procenio da najveći značaj, uzimajući u obzir ocene klijenata, ima klaster *Poštovanje i razumevanje klijenata*, čija je relativna težina 0,455408, zatim klaster *Profesionalnost*, 0,262833, i na kraju klasteri *Imidž* i *Alternative*, čija relativna težina iznosi 0,140880 (Tabela 2).

Tabela 1. Matrica prioriteta i rang alternativa AMP modela rangiranja banaka

Alternative	Total	Normalizovana vrednost	Idealna vrednost	Rang
41Banka 1	0.1421	0.3678	1.0000	1
42Banka 2	0.1144	0.2962	0.8054	3
43Banka 3	0.1298	0.3360	0.9136	2

Tabela 2. Matrica prioriteta klastera AMP modela rangiranja banaka

1 Imidž	0,140880
2 Profesionalnost	0,262833
3 Poštovanje i razumevanje klijenata	0,455408
4 Alternative	0,140880



Slika 2. Rezultirajući prioriteti elemenata odlučivanja AMP modela rangiranja banaka – uporedni prikaz.

Rezultirajući prioriteti poređenja parova elemenata odlučivanja AMP modela rangiranja banaka, koje je izvršio ekspert E, pokazuju da je na osnovu identifikovanih faktora koji predstavljaju različite dimenzije bankarskih usluga, ekspert E procenio da je najbolje rangirana banka sa stanovišta kvaliteta usluga, banka 1, čiji prioritet iznosi 0,36779, zatim banka 3, sa prioritetom 0,33600 i na kraju, banka 2, sa prioritetom 0,29621 (Tabela 1). Dobijeni rezultati predstavljaju sintetizovane subjektivne procene eksperta E, ali objektivizirane u meri u kojoj su podaci iz faktorske analize poslužili kao input za AMP model i pomogli ekspertu u njegovim procenama relativne važnosti kriterijuma ocene, grupisanih u klaster.

5. ZAKLJUČAK

U radu je predložen jedan mogući, višekriterijumski pristup evaluaciji kvaliteta bankarskih usluga, zasnovan na Analitičkom mrežnom procesu, kao metodu za podršku višekriterijumskom odlučivanju. Razlog za to je činjenica da je evaluacija kvaliteta kompleksan, višekriterijumski problem usled njegovih neopipljivih dimenzija, kao i činjenica da se kvalitet bilo koje robe, pa i usluge može meriti samo sa aspekta njenih posledica u pogledu strukture preferencija i zadovoljstva krajnjeg korisnika, a u poređenju sa postojećim subjektivnim standardima.

AMP pristup primenjen u ovom radu, predstavlja pokušaj poboljšanja rezultata, u smislu evaluacije relativne važnosti podataka grupisanih primenom eksplorativne faktorske analize, čime je stvorena pretpostavka za rangiranje banaka na osnovu kvaliteta pruženih usluga. S druge strane, podaci dobijeni iz faktorske analize poslužili su kao input za AMP model prilikom procene relativne važnosti klastera kriterijuma koji determinišu kvalitet usluga, čime je ostvaren viši nivo objektivnosti procena. U radu je procene vršio hipotetički ekspert, ali to može biti bilo koji stejkholder, uključujući i krajnje korisnike usluga, odnosno, klijente. U tom smislu, zanimljivo bi bilo uporediti procene dobijene faktorskom analizom i procene dobijene samostalnom primenom AMP modela.

Dobijeni rezultati, kao i rezultati potencijalnih budućih istraživanja, mogu imati praktične implikacije, u smislu metodološke podrške menadžerima u bankama, da na bazi formalnih modela višekriterijumskog odlučivanja, kao što je AMP, bolje shvate okruženje u kojem posluju, donose bolje strateške odluke i bolje pozicioniraju svoju banku na tržištu.

LITERATURA

- [1] Bahia, K.; Nantel, J. (2000). A reliable and valid measurement scale for the perceived service quality of banks. *International Journal of Bank Marketing*, 18(2), 84-91.
- [2] Aurora, S. and Malhotra, M. (1997). Customer Satisfaction: A Comparative Analysis of Public and Private sector Bank, *Decision*, 24(1-4), 109 -130.
- [3] Beerli A., Martin J. D and Quintana A. (2004). A model of customer loyalty in the retail banking market"; *European Journal of Marketing*; 38(1/2), 253-275.
- [4] Krishnan M.S, Ramaswamy V., Meyer Mary C and Damien Perception (1999). Customer satisfaction for financial services: The role of products, services, and information technology. *Management Science*; 45(9), 1194-1209.
- [5] Soteriou, A.C., Stavrinides, Y. (2000). An internal customer service quality data envelopment analysis model for bank branches. *International Journal of Operations & Production Management* 18(5), 246-252.
- [6] Parasuraman, A., Berry, I. and Zeithaml, V. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perception of service quality, *Journal of Retailing*, 41-50.
- [7] Parasuraman, A.; Berry, L.; Zeithaml, V.A. (1993). More on improving service quality measurement. *Journal of Retailing*, 69(1),140-147.
- [8] Mukherjee, A., Nath, P., Pal, M. (2003). Resource, service quality and performance triad: a framework for measuring efficiency of banking services. *Journal of the Operational Research Society*, 54(7), 723-735.
- [9] Berger, A. N.; Mester, L.J. (1997). Inside the black box: what explains differences in the efficiencies of financial institutions? Wharton School, Center for Financial Institutions *Working Paper Series*, 97-04.
- [10] Berger, A.; Leusner, J.; Mingo, J. (1994). The efficiency of bank branches. Wharton School, Center for Financial Institutions, *Working Paper Series*, 94-27.
- [11] Mattos, A. (1999). Empregos e empresas que mudaro com a Internet. *Revista de Administrao de Empresas*, 39(3), 73-108.
- [12] Frei, F.X., Kalakota, R., Marx, L.M. (1997). Process variation as a determinant of service quality and bank performance: evidence from the retail banking study. Wharton School, Center for Financial Institutions, *Working Paper Series*, 97-36.
- [13] Al-Hawari, M., Hartley, N., Ward, T. (2005). Measuring banks automated service quality: a confirmatory factor analysis approach. *Marketing Bulletin*, 16.

- [14] Angelis, V.A., Lymperopoulos, C., Dimaki, K. (2005). Customers perceived value for private and state-controlled Hellenic banks. *Journal of Financial Services Marketing*, 9(4), 360-374.
- [15] Kangis, P. and Voukelatos, V.(1997). Private and public banks: a comparison of customer expectations and perceptions. *International Journal of Bank Marketing*, 17(7), 279-287.
- [16] Allred, A.T. and Adams, H.L. (2000). Service quality at banks and credit union: what do their customers say? *International Journal of Bank Marketing*, 18(4), 200-207.
- [17] Angur, M.G., Natarajan, R., Jahera, J.S. (1999). Service Quality in the Banking Industry: An assessment in a Developing Economy. *International Journal of Bank Marketing*, 17(3), 116-123.
- [18] Jham,V. and Khan, K.M. (2008). Customers Satisfaction in the Indian Banking Sector: A Study', *IIMB Management Review*, (March).
- [19] Mualla, N.D. (2011). Measuring Quality of Bank Services in Jordan: Gap analysis, *International Journal of Business and Social Science*, 2(1), 51-58.
- [20] Mishra, U.S., Sahoo, K.K., Mishra, S.& Patra, S.K. (2010). Service Quality Assessment in Banking Industry of India: A Comparative Study between Public and Private Sectors. *European Journal of Social Sciences*, 16(4), 653-669.
- [21] Islam, S., Ali, B. (2011). Measuring Service Quality of Banks: An Empirical Study, *Research Journal of Finance and Accounting*, 2 (4), 74-86.
- [22] Wang, Y., Lo, H-P., Hui, Y.V. (2011). The antecedents of service quality and product quality and their influences on bank reputation: evidence from the banking industry in China, *Managing Service Quality*, 13(1), 72-83.
- [23] Saaty, T.L. (2001). *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*, RWS Publications, Pittsburgh.
- [24] Jharkharia, S., Shankar, R. (2007). Selection of logistics service provider: an analytic network process (ANP)approach. *OMEGA* 35(3), 274–289.
- [25] Marinković, V., Senić, V. (2012). Analiza elemenata kvaliteta usluga u korporativnom bankarstvu. *Ekonomski horizonti*, Ekonomski fakultet Univerziteta u Kragujevcu, 14(1), 13-22.
- [26] Voulgaridou, D., Kirytopoulos, K., & Leopoulos, V. (2009). An Analytic Network Process approach for sales forecasting. *Operational Research: An International Journal*, Springer-Verlag, 35-53.
- [27] Saaty L. T., Kearns P. K. (1991). *The Logic of Priorities*, The Analytic Hierarchy Process Series, Vol. IV, RWS Publications, Pittsburgh.



EDUCATIONAL PERFORMANCE EFFICIENCY OF OECD COUNTRIES: PISA LIFELONG LEARNING INDICATORS

MARINA DOBROTA, VELJKO JEREMIĆ, MILAN MARTIĆ

University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Serbia, dobrotamarina@fon.bg.ac.rs

Abstract: *This paper measures the efficiency of countries' educational performance described by the three main lifelong learning indicators, defined by Program for International Student Assessment (PISA). Efficiency is measured through Distance Based Analysis, as the ratio of set of outputs and the set of inputs. The set of inputs envelopes appropriate financial and non-financial indicators. The output is made of the key competencies in reading, mathematics and science, established by PISA, adopted in 1997 by OECD countries.*

Keywords: *Educational Performance, Efficiency, PISA, Distance Based Analysis (DBA).*

1. INTRODUCTION

The discussion on the correlation of education and economic growth is still on, and hypotheses on the primary one-sidedness or two-sidedness of their relationship frequently shape education-policy decisions. Education systems provide a basis for the development of human resources, and the rediscovery of the significance of human capital in economic development in the late nineteen-eighties gave priority to education and qualification of the labor force. Since then, greater attention has been paid to quality demands posed to the labor force. In the majority of world countries (especially developed countries), education is considered to be, although in the long run, decisive for the process of reallocation of social influence and power. Raising the education level of the population as a whole has been recognized as a significant factor of the economic development of society (SEEECN, 2013).

In economic terms the concept of efficiency can easily be defined as the relationship between inputs and outputs, whereby economic efficiency is increased by a gain in units of output per unit of input. In relation to education, various educational outcomes can result from a variety of different combinations of inputs such as teachers, buildings, class size, curriculum, etc. (Cooze, 1991). The problem that confronts economists and educators, however, is how to mix the inputs in the right proportions to achieve the most efficient outcome. Clearly, education serves many outcomes and some of these cannot be measured by using econometric techniques of orthodox economic theory. Historically there have been efforts to increase educational efficiency. In order to explicate the problems inherent in the measurement of educational efficiency, it is necessary to examine the research done on the input-output production functions. Cooze (1991) for example suggests class size versus student achievement, which is one of the guidelines used in our research.

This paper measures the efficiency of countries' educational performance described by the three main lifelong learning indicators, defined by Program for International Student Assessment (PISA), described later on in this section. The relevance of knowledge and skills measured by PISA is confirmed by recent studies tracking young people in years after they have been assessed. Studies in Australia, Canada, and Denmark display a strong relationship between the performance in reading on the PISA 2000 assessment at age 15 and the chance of a student completing secondary school and carrying on with post-secondary studies at age 19.

Measuring countries' efficiency is based on the set of input indicators, which envelope the appropriate financial and non-financial indicators, covering and defining the causes of lifelong learning performance. Financial are used because within public expenditure reduction and general rationalization policies, developed countries are increasing their expenditures on research and education, as well as their demands for greater efficiency and effectiveness of the education system (SEEECN, 2013). Non-financial are mostly regarding class size and teacher student ratio (Cooze, 1991). The input indicators used in this study are:

- Annual expenditure per student by educational institutions for all services relative to GDP per capita
- Expenditure on educational institutions as a percentage of GDP
- Ratio of students to teaching staff in educational institutions
- Starting salary/minimum training

Annual expenditure per student by educational institutions for all services relative to GDP per capita provides a measure of the unit costs of formal education. Since access to education is universal (and usually compulsory) at the lower levels of schooling in most OECD countries, spending per student by educational institutions at those levels relative to GDP per capita can be interpreted as the resources spent on the school-age population relative to a country's ability to pay. At higher levels of education, this measure is more difficult to interpret because student enrolment levels vary sharply among countries. At the tertiary level, for example, OECD countries may rank relatively high on this measure if a large proportion of their wealth is spent on educating a relatively small number of students.

Expenditure on educational institutions as a percentage of GDP presents a measure of expenditure on educational institutions relative to a nation's wealth. The national wealth is estimated based on the GDP, and expenditure on education includes spending by governments, enterprises and individual students and their families. The proportion of education expenditure relative to GDP depends on the different preferences of various public and private actors. In 2009, OECD countries spent on average 6.2% of their GDP on educational institutions; and OECD countries as a whole spent 6.4% of their combined GDP on educational institutions, taking into account both public and private sources of funds.

Ratio of students to teaching staff in educational institutions compares the number of students (in full-time equivalent) to the number of teachers (in full-time equivalent) at a given level of education and in similar types of institutions. Class size and student-teacher ratios are much-discussed aspects of education. Class size and student-teacher ratios also have a considerable impact on the level of current expenditure on education. Smaller classes are often perceived as allowing teachers to focus more on the needs of individual students and reducing the amount of class time needed to deal with disruptions. The ratio of students to teaching staff indicates how resources for education are allocated. Smaller student-teacher ratios often have to be weighed against higher salaries for teachers, increased professional development and teacher training, greater investment in teaching technology, or more widespread use of assistant teachers and other paraprofessionals whose salaries are often considerably lower than those of qualified teachers.

Starting salary/minimum training - teachers' salaries represent the largest single cost in school education. Together with alternative employment opportunities, teachers' salaries have an impact on the attractiveness of the teaching profession. They influence decisions to enroll in teacher education, become a teacher after graduation (as graduates' career choices are associated with relative earnings in teaching and non-teaching occupations, and their likely growth over time), return to the teaching profession after a career interruption, and/or remain a teacher (as, in general, the higher the salaries, the fewer the people who choose to leave the profession) (EAG, 2013).

The output is made of the key competencies in reading, mathematics and science, established by PISA, adopted in 1997 by OECD countries. It represents a commitment by the governments of OECD member countries to monitor the outcomes of education systems in terms of student achievement, within a common internationally agreed framework. PISA is a collaborative effort, bringing together scientific expertise from the participating countries and steered jointly by their governments on the basis of shared, policy-driven interests (PISA, 2013). PISA is designed to collect information through three-yearly assessments and presents data on domain-specific knowledge and skills in reading, mathematics and science of students, schools and countries. It combines the assessment of science, mathematics and reading with information on students' home background, their approaches to learning, their learning environments and their familiarity with computers. Student outcomes are then associated with these background factors. Thereby, PISA provides insights into the factors that influence the development of skills and attitudes at home and at school, and examines how these factors interact and what the implications are for policy development.

The three domains assessed in PISA are:

- Mathematics
- Reading
- Science

Reading literacy is an individual's capacity to: understand, use, reflect on and engage with written texts, in order to achieve one's goals, to develop one's knowledge and potential, and to participate in society. *Mathematical literacy* is an individual's capacity to identify and understand the role that mathematics plays in the world, to make well-founded judgments and to use and engage with mathematics in ways that meet the needs of that individual's life as a constructive, concerned and reflective citizen. *Scientific literacy* is an individual's scientific knowledge and use of that knowledge to identify questions, to acquire new knowledge, to explain scientific phenomena, and to draw evidence-based conclusions about science-related issues, understanding of the characteristic features of science as a form of human knowledge and enquiry, awareness

of how science and technology shape our material, intellectual, and cultural environments, and willingness to engage in science-related issues, and with the ideas of science, as a reflective citizen (PISA 2013).

The 3 main domains of PISA (Science, Reading and Mathematics) are a key part of lifelong learning. PISA assesses the level of performance of the adolescents, provides information on results of teaching and learning in schools and also demonstrates strains of development in an educational system. In PISA, focus is not set on the accordance of items with the national curricula of the participating countries. What matters here is to record the core competences in different real life tasks that matter in everyday situations. So the concept of literacy that is used in PISA is a functionalistic one: 15-year-old students should apply competences they have (presumably) learned at school in the context of authentic tasks which are a part of our everyday life.

Next section describes the methods used in this research, the third section reviews the results, and the last section gives final conclusions.

2. METHODS

It is a common occurrence that the ranking of specific marks is done in such a way that can seriously affect the general evaluation issue. This can be the case within taking exams, sports competitions, UN participation, University ranking, medicine selection and many other areas (Al-Lagilli et al., 2011; Ivanovic, 1973; Ivanovic & Fanchette, 1973; Jeremic et al., 2011a; Radojicic & Jeremic, 2012b).

I-distance is a metric distance in an n-dimensional space, which has recently made a significant breakthrough in a number of scientific achievements. It was originally proposed and defined by B. Ivanovic and has appeared in various publications since 1963 (Ivanovic, 1973). A notable, striking affirmation of the method has been its use in University ranking (Jeremic et al., 2011a), and evaluating the socio-economic development of counties (Jeremic et al., 2012a).

Ivanovic devised this method to rank countries according to their level of development based on several indicators. Many socio-economic development indicators were considered, but the problem was how to use all of them in order to calculate a single synthetic indicator, which will thereafter represent the rank.

For a selected set of variables $X^T = (X_1, X_2, \dots, X_k)$ chosen to characterize the entities, the I-distance between the two entities $e_r = (x_{1r}, x_{2r}, \dots, x_{kr})$ and $e_s = (x_{1s}, x_{2s}, \dots, x_{ks})$ is defined as

$$D(r, s) = \sum_{i=1}^k \frac{|d_i(r, s)|}{\sigma_i} \prod_{j=1}^{i-1} (1 - r_{ji.12\dots j-1}) \quad (1)$$

where $d_i(r, s)$ is the distance between the values of variable X_i for e_r and e_s , e.g. the discriminate effect,

$$d_i(r, s) = x_{ir} - x_{is}, \quad i \in \{1, \dots, k\} \quad (2)$$

σ_i the standard deviation of X_i , and $r_{ji.12\dots j-1}$ is a partial coefficient of the correlation between X_i and X_j , ($j < i$), (Ivanovic, 1973; Jeremic et al., 2011d; Jeremic et al., 2012b).

The construction of the I-distance is iterative; it is calculated through the following steps:

- Calculate the value of the discriminate effect of the variable X_1 (the most significant variable which provides the largest amount of information on the phenomena that are to be ranked (Ivanovic, 1977))
- Add the value of the discriminate effect of X_2 which is not covered by X_1
- Add the value of the discriminate effect of X_3 which is not covered by X_1 and X_2
- Repeat the procedure for all variables (Jeremic et al., 2011e; Maletic et al., 2012).

Sometimes, it is not possible to achieve the same sign mark for all variables in all sets; as a result, a negative correlation coefficient and a negative coefficient of partial correlation may occur (Jeremic et al., 2011b, 2012; Dobrota et al., 2012). This makes the use of the square I-distance even more desirable. The square I-distance is given as:

$$D^2(r, s) = \sum_{i=1}^k \frac{d_i^2(r, s)}{\sigma_i^2} \prod_{j=1}^{i-1} (1 - r_{ji.12\dots j-1}^2) \quad (3)$$

The I-distance measurement is based on calculating the mutual distances between the entities being processed, whereupon they are compared to one another, so as to create a rank. In order to rank the entities (in this case, countries), it is necessary to have one entity fixed as a referent in the observing set using the I-distance methodology. The entity with the minimum value for each indicator or a fictive maximum or average values entity can be set up as the referent entity. The ranking of entities in the set is based on the calculated distance from the referent entity (Jeremic et al., 2011c; Knezevic et al., 2012; Radojicic et al., 2012a).

The basic idea of this paper is to present a novel Distance Based Analysis (DBA) approach as a new measure of efficiency. In that, the I-distance method shall be applied to several Input indicators and their I-distance_{input} values calculated. The same approach shall be applied to Output indicators and I-distance_{output} values will be calculated as well. The obtained values are to be brought to 0-1 level by implementing a L ∞ norm. The efficiency of a country will be then calculated as the:

$$Ef = \frac{\text{I-distance}_{output}}{\text{I-distance}_{input}} \quad (4)$$

Any country with an efficiency ratio of at least 1 is to be considered as efficient.

3. RESULTS

In order to gain the DBA efficiency measurement values, we have calculated I-distance ranking measurement for the Input and for the Output variables. These calculations are used as a basis for creating the DBA efficiency measurement of countries' educational performance. Input and Output values are firstly corrected with a L ∞ norm so that they could be mutually comparable. These values are given in Table 1.

Luxembourg is the first when it comes to input variables, having the largest values of *Annual expenditure per student by educational institutions for all services relative to GDP per capita*, *Expenditure on educational institutions as a percentage of GDP*, *Ratio of students to teaching staff in educational institutions*, and *Starting salary/minimum training*. It is followed by Poland, United States, Sweden, and Norway. Finland is the best when it comes to Output variables, having the best values for three PISA factors: *Mathematics*, *Reading*, and *Science*. It is followed by Korea, Japan, New Zealand, and Australia.

DBA efficiency measurement is calculated by having each country's Output I-distance value divided by its Input I-distance value, where the best scores are gained by countries that have larger Outputs compared to their Inputs. These results are given in Table 1.

Finland is the most efficient country in terms of countries' educational performance. It is ranked the first when it comes to Outputs and 21st when it comes to Inputs, from the whole of 28 countries. Second is Japan, which is 3rd when it comes to Outputs and 23rd when it comes to Inputs. They are followed by France, Germany, and Korea. Except to these countries, Slovak Republic, Netherlands, New Zealand, Estonia, Australia, and Belgium are characterized as efficient, since their DBA value is larger than 1. Other countries in the ranking list are characterized as inefficient. In opposed to Finland, the most inefficient country is Luxembourg. As discussed before, it has the largest values of Inputs, and is ranked yet 25th by its Output values. Apart from it, Portugal, Italy, Chile, and Mexico are highly inefficient educational performance countries.

The reason for these results can be discussed from Input and Output point of view. If we consider Inputs, Finland does not spend large amounts of money per student by educational institutions (20% of GDP), nor does it spend large amounts of money on educational institutions (2.5% of GDP). There are 14 students per teacher in Finland, and starting salary is a about 30000 USD. In order to better understand the meaning of these numbers, we can investigate which of the input variables have been most important when it comes to calculating I-distance Input values, by examining the correlations between them. The most significant turned out to be *Ratio of students to teaching staff in educational institutions*, with Pearson's correlation $r = 0.717$, $p < 0.001$, followed by *Annual expenditure per student by educational institutions for all services relative to GDP per capita*, with $r = 0.578$, $p = 0.001$, and *Starting salary/minimum training*, with $r = 0.514$, $p = 0.005$, all significant at 0.01 level. *Expenditure on educational institutions as a percentage of GDP* is weakly correlated to I-distance values ($r = 0.377$, $p = 0.048$), on 0.05 level. On the other hand, Finland has very high Output values. On the overall reading scale, they score 536 (2nd in a row), on the mathematics scale 541 (4th place), and on the science scale 554 (1st place in a row), all above OECD average. Accordingly, the ordered significance of output variables, calculated by correlations between them and I-distance Output values, is *Science*, with $r = 0.951$, $p < 0.001$, *Reading* with $r = 0.914$, $p < 0.001$, and *Mathematics* with $r = 0.899$, $p < 0.001$.

Table 1: Input and Output corrected values and DBA efficiency of countries' educational performance

Country	Normalized Input	Normalized Output	DBA
Finland	0.338	1.000	2.958
Japan	0.280	0.794	2.833
France	0.207	0.364	1.754
Germany	0.333	0.558	1.676
Korea	0.500	0.831	1.662
Slovak Republic	0.186	0.291	1.562
Netherlands	0.393	0.602	1.532
New Zealand	0.579	0.709	1.223
Estonia	0.519	0.632	1.219
Australia	0.548	0.648	1.183
Belgium	0.387	0.455	1.175
Hungary	0.413	0.390	0.945
Switzerland	0.603	0.549	0.910
United Kingdom	0.578	0.480	0.831
Czech Republic	0.442	0.359	0.814
Israel	0.111	0.090	0.808
Ireland	0.576	0.431	0.749
Norway	0.668	0.386	0.578
United States	0.683	0.390	0.571
Poland	0.843	0.443	0.526
Spain	0.520	0.273	0.524
Austria	0.607	0.311	0.513
Sweden	0.672	0.342	0.510
Portugal	0.646	0.314	0.486
Italy	0.625	0.281	0.450
Chile	0.134	0.048	0.360
Mexico	0.241	0.072	0.300
Luxembourg	1.000	0.242	0.242

As to be compared to Finland, Luxemburg has far better Inputs. There are 10 students per teacher in Luxemburg, its starting salary is about 65000 USD, while their annual expenditure per student by educational institutions is 19.8% of GDP. With these strong inputs they produce far inferior output, so on the overall reading scale, they score 472, on the mathematics scale 489, and on the science scale 484, all below OECD average. This is why Luxemburg emerges as the most inefficient country by its educational performance, as opposed to the most efficient Finland.

4. CONCLUSION

Within this paper, countries' educational performance is based on PISA indicators, primarily because PISA is the most comprehensive and rigorous international program to assess student performance and to collect data on the student, family and institutional factors that can help to explain differences in performance. Decisions about the scope and nature of the assessments and the background information to be collected are made by leading experts in participating countries, and are steered jointly by governments on the basis of shared, policy-driven interests.

Contributions of the DBA approach used for evaluation in this paper are numerous (Jeremic et al., 2012a). A large number of variables can be included in the analysis, generating one aggregated quantitative indicator. DBA has provided information as to which input variables are crucial for determining a country's educational performance and thus, each country can re-evaluate it and try to improve its ranking. Most important of all is the possibility to implement a large number of variables that are of various units of measure, and therein, to significantly contribute to the field of efficiency measurement.

PISA focuses on young people's ability to use their knowledge and skills to meet real-life challenges. This orientation reflects a change in the goals and objectives of curricula themselves, which are increasingly concerned with what students can do with what they learn at school and not merely with whether they have mastered specific curricular content. As of 2009, PISA testing has started in Serbia, and their results have been below OECD average. Future research is planned to include and examine Serbia scores and efficiency.

LITERATURE

- [1] Al-Lagilli, S., Jeremic, V., Seke, K., Jeremic, D., & Radojicic, Z. (2011). Evaluating the health of nations: a Libyan perspective. *Libyan Journal of Medicine*, 6, 6021. doi:10.3402/ljm.v6i0.6021.
- [2] Cooze, J., (1991). The elusive concept of efficiency in education. Retrieved on January 26, 2013 from <http://www.mun.ca/educ/faculty/mwatch/vol1/cooze.html>
- [3] Dobrota, M., Jeremic, V., & Markovic, A. (2012). A new perspective on the ICT Development Index. *Information Development*, 28(4), doi:10.1177/0266666912446497
- [4] EAG (2012). *Education at a Glance*. Retrieved on March 15th, 2013, from <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/oeed-eag-2012-en.pdf>
- [5] Ivanovic, B. (1973). *A method of establishing a list of development indicators*. Paris: United Nations educational, scientific and cultural organization.
- [6] Ivanovic, B. (1977). *Classification Theory*. Belgrade: Institute for Industrial Economic.
- [7] Ivanovic, B., & Fanchette, S. (1973). *Grouping and ranking of 30 countries of Sub-Saharan Africa, Two distance-based methods compared*. Paris: United Nations educational, scientific and cultural organization.
- [8] Jeremic, V., Bulajic, M., Martic, M., Radojicic, Z. (2011a). A fresh approach to evaluating the academic ranking of world universities. *Scientometrics*, 87(3), pp. 587-596, doi:10.1007/s11192-011-0361-6.
- [9] Jeremic, V., Isljamovic, S., Petrovic, N., Radojicic, Z., Markovic, A., Bulajic, M. (2011b). Human development index and sustainability: What's the correlation? *Metalurgia International*, 16(7), pp. 63-67.
- [10] Jeremic, V., Vukmirovic, D., Radojicic, Z., & Djokovic, A. (2011c). Towards a framework for evaluating ICT infrastructure of countries: a Serbian perspective. *Metalurgia International*, 16(9), 15-18.
- [11] Jeremic, V., Markovic, A., & Radojicic, Z. (2011d). ICT as crucial component of socio-economic development. *Management*, 16(60), 5-9.
- [12] Jeremic, V., Seke, K., Radojicic, Z., Jeremic, D., Markovic, A., Slovic, D., & Aleksic, A. (2011e). Measuring health of countries: a novel approach. *HealthMED*, 5(6), 1762-1766.
- [13] Jeremic, V., Bulajic, M., Martic, M., Markovic, A., Savic, G., Jeremic, D., & Radojicic, Z. (2012a). An Evaluation of European Countries Health Systems through Distance Based Analysis. *Hippokratia*, 16(2), 175-179.
- [14] Jeremic, V., Slovic, D., & Radojicic, Z. (2012b). Measuring human capital: A statistical approach. *Actual Problems of Economics*, 131(5), 359-363.
- [15] Jovanovic, M., Jeremic, V., Savic, G., Bulajic, M., & Martic, M. (2012). How does the normalization of data affects the ARWU ranking? *Scientometrics*, Online First, doi: 10.1007/s11192-012-0674-0.
- [16] Knezevic, S., Jeremic, V., Zarkic-Joksimovic, N., & Bulajic, M. (2012). Evaluating the Serbian banking sector: a statistical approach. *Metalurgia International*, 17(1), 171-174.
- [17] Maletic, P., Kreca, M., Jeremic, V., Bulajic, M., & Djokovic, A. 2012. The Ranking of Municipalities in Serbia through the Development Level of SME in Agribusiness. *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, 8(1), 7-13.
- [18] PISA (2013). *Programme for International Student Assessment*. Retrieved on April 6th, 2013, from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf>
- [19] Radojicic, Z., Isljamovic, S., Petrovic, N., & Jeremic, V. (2012a). A novel approach to evaluating sustainable development. *Problemy Ekorożwoju - Problems of Sustainable Development*, 7(1), 81-85.
- [20] Radojicic, Z., & Jeremic, V. (2012b). Quantity or quality: What matters more in ranking higher education institutions? *Current Science*, 103(2), 158-162.
- [21] SEEEN (2013). *Efficiency and Effectiveness of the Education System*. South East European Educational Cooperation Network, Retrieved on February 14th, 2013, from http://www.see-educoop.net/education_in/pdf/chal-educ-reform-ser-07-ser-enl-t02.pdf



FAZI AHP PRISTUP ZA SELEKCIJU DOBAVLJAČA: STUDIJA SLUČAJA ZA TELEKOMUNIKACIONU KOMPANIJU

FUZZY AHP APPROACH FOR SUPPLIER SELECTION: CASE STUDY OF A TELECOMMUNICATION COMPANY

KSENIJA MANDIĆ¹, BORIS DELIBAŠIĆ², ROBERT LESKOVAR³, ALENKA BAGGIA⁴

¹ Crony, Beograd, ksenija.mandic@crony.rs

² Fakultet organizacionih nauka, Beograd, boris.delibasic@fon.bg.ac.rs

³ Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Mariboru, Kranj, Slovenija, robert.leskovar@fov.uni-mb.si

⁴ Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Mariboru, Kranj, Slovenija, alenka.baggia@fov.uni-mb.si

Rezime: Izbor najpovoljnijeg dobavljača je strateška odluka koja osigurava profitabilnosti i dugoročan opstanak kompanije. Cilj kompanije je da pažljivom procenom odabere pravog dobavljača koji će obezbediti traženi proizvod u određeno vreme. U većini slučajeva prednosti i slabosti dobavljača variraju tokom vremena, tako da je kompanija u situaciji da mora da donose kompleksne odluke pri izboru dobavljača. Kao jedan od najvažnijih problema odlučivanja, proces selekcije dobavljača uključuje kako kvantitativne tako i kvalitativne faktore za izbor najpovoljnijeg dobavljača koji će zadovoljiti potrebe kompanije. U radu je analiziran problem selekcije dobavljača u telekomunikacionom sektoru. Nakon što su utvrđeni osnovni atributi i pod-atributi konstruisano je hijerarhijsko stablo, dok su prioritete težine dobijene primenom fazi analitičko hijerarhijskog procesa - FAHP.

Ključne reči: Višekriterijumsko odlučivanje, Selekcija dobavljača, AHP, FAHP.

Abstract: Selection of the most suitable supplier is a strategic decision that ensures profitability and long-term existence of a company. Company objectives are to carefully assess and select an appropriate supplier able to provide the required product at a specified time. In most cases, advantages and disadvantages of a particular supplier vary over time, and the company is in a situation that requires complex decision making with regard to supplier selection. As one of the most critical problems of decision making, the supplier selection process involves both quantitative and qualitative factors for the selection of the most feasible supplier intended to meet a company's requirements. This article analyzes supplier selection issues in telecommunications sector. Upon definition of basic attributes and sub-attributes, a hierarchical tree is structured, while priority weights are obtained by means of FAHP.

Keywords: Multi-criteria decision-making, Supplier selection, AHP, FAHP.

1. UVOD

Izbor odgovarajućeg dobavljača se smatra strateškim pitanjem za efikasno upravljanje lancem snabdevanja. Samim tim, broj istraživanja koja se bave ovom tematikom je u porastu kao i razvoj različitih metodologija za rešavanje ove vrste problema. U dostupnoj literaturi problem izbora i selekcije dobavljača je proučavan još od 1960. godine (Dickson, 1966; Weber, Current & Benton, 1991). Interes donosioca odluke za proces selekcije dobavljača neprekidno raste, jer pouzdan dobavljač omogućava smanjenje troškova i unapređenje kvaliteta proizvoda/usluge. Ovaj proces se u suštini može svesti na problem višeatributivnog odlučivanja. Naime, razmatra se veliki broj kvantitativnih (cena, udaljenost, vreme) i kvalitativnih (kvalitet, dizajn, tehnološke performanse) atributa koji su često suprotstavljeni.

Metod koji je u brojnim studijama prepoznat kao koristan i sistematičan način za selekciju dobavljača je Analitičko hijerarhijski pristup (Analytic Hierarchy Process) - AHP (Saaty, 1980). Iako je AHP našao široku primenu za rešavanje problema višeatributivnog odlučivanja u realnim situacijama, osnovni nedostatak ovog metoda je što koristi skalu od 1 do 9 (Saaty, 1972), koja nije pogodna za odlučivanje u situacijama neizvesnosti. Većina ljudskih procena se ne može iskazati brojevima. Sem toga, kriterijumi su često subjektivne i kvalitativne prirode, što negativno utiče na donosioca odluke u smislu iskazivanja sopstvene preferencije numeričkim vrednostima i kasnijeg poređenja procena (Chan & Kumar, 2007). Upravo to je

navelo istraživače da predložile fazi verziju AHP metoda, prilagođenu situacijama rizika i neizvesnosti. FAHP predstavlja sistematizovan pristup odabira alternativa i rešavanja problema korišćenjem koncepta teorije fazi skupova (Zadeh, 1965) i AHP metoda, koji se implementira upotrebom trouglastih fazi brojeva (Chang, 1996).

Različite metode fazifikacije AHP date su u literaturi. Van Laarhoven & Pedrcyz (1983) predlažu prvu studiju koja uvodi principe fazi logike u AHP metod, u kojoj su koristili trouglaste fazi brojeve. Buckley (1985) inicira da se trapezoidnim fazi brojevima izražavaju procene donosilaca odluka. Boender, de Graan, and Lootsma (1989) predstavili su modifikaciju fazi višekriterijumske metode predložene od strane Van Laarhoven and Pedrcyz (1983). Chang (1996) je predstavio novi pristup za rešavanje FAHP koji koristi trouglaste fazi brojeve, nazvao ga je prošireni analitički metod.

U literaturi su mnogi autori problem selekcije dobavljača rešavali primenom fazi logike. Cebi & Bayraktar (2003) rešavaju problem selekcije dobavljača uzimajući u obzir i kvalitativne i kvantitativne kriterijume. Chan & Kumar (2007) razvijaju fazi prošireni AHP model za selekciju. Feng, Chen & Jiang (2005) predložili su sveobuhvatan metod baziran na fazi teoriji odlučivanja za rešavanje problema upravljanja lancima snabdevanja i izbora najpovoljnijeg dobavljača. Haq & Kannan (2006) su imali za cilj da pokažu kako fazi AHP model pomaže u rešavanju problema selekcije dobavljača u praksi. Dok, Chamondrakas, Batis & Martakos (2009) koriste fazi AHP za selekciju dobavljača u elektronskom sektoru, a Onut, Kara & Isik (2009) za selekciju dobavljača u telekomunikacionom sektoru.

2. FAZI PROŠIRENA ANALIZA AHP METODA

Neka je $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ skup objekata, a $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ skup ciljeva. Prema metodologiji proširene analize koju je postavio Cheng (1992), za svaki uzeti objekat vrši se proširena analiza cilja g_i . Vrednosti proširene analize m za svaki objekat mogu biti predstavljene na sledeći način: $M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m$, $i = 1, 2, \dots, n$ gde su M_{gi}^j ($j = 1, 2, \dots, m$) fazi trouglasti brojevi. Chang-ova proširena analiza sadrži sledeće korake:

Korak 1: Vrednosti fazi proširenja za i -ti objekat date su **Izrazom (1)**:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}, \quad (1)$$

Da bi se dobio izraz $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$, potrebno je izvršiti dodatne fazi operacije sa m vrednostima proširene analize, što je predstavljeno **Izrazima (2)**:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^n l_i \sum_{j=1}^m m_i \sum_{j=1}^n u_i \right), \quad (2)$$

Odnosno, potrebno je izračunati inverzan vektor:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right), \quad (3)$$

Korak 2: Stepen mogućnosti $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ i $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ definisan je Izrazom (4):

$$V(M_2 \geq M_1) = y \geq x [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (4)$$

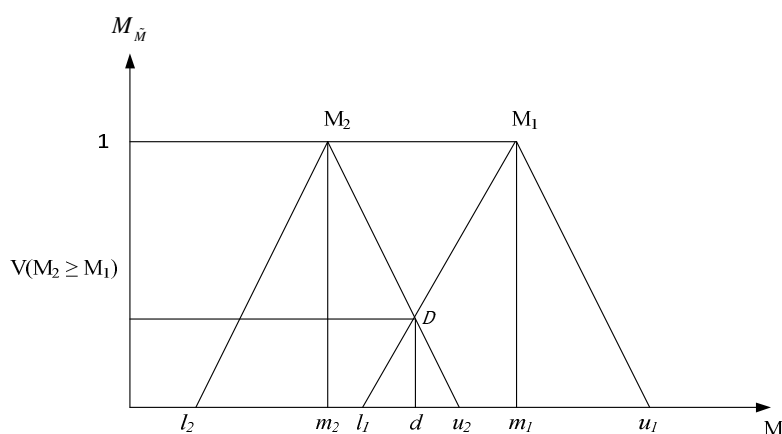
Može se predstaviti na sledeći način **Izraz (5)**:

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d), \quad (5)$$

$$= \begin{cases} 1, & \text{ako je } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{ako je } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{inače,} \end{cases}$$

gde je d ordinata najvećeg preseka u tački D između μ_{M_1} i μ_{M_2} (**Slika 1**).

Za poredenje M_1 i M_2 , potrebne su obe vrednosti $V(M_1 \geq M_2)$ i $V(M_2 \geq M_1)$



Slika 1: Presek između M_1 i M_2

Korak 3: Stepen mogućnosti da konveksni fazi broj bude veći od k konveksnog broja M_i ($i = 1, 2, \dots, k$) može se definisati **Izrazom (6)**:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (6)$$

Pretpostavimo da važi **Izraz (7)**:

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (7)$$

za $k = 1, 2, \dots, n$; $k \neq i$. Težinski vektor je dat **Izrazom (8)**:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (8)$$

gde je A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) n elemenata.

Korak 4: Putem normalizacije, težinski vektori se svode na **Izraz (9)**:

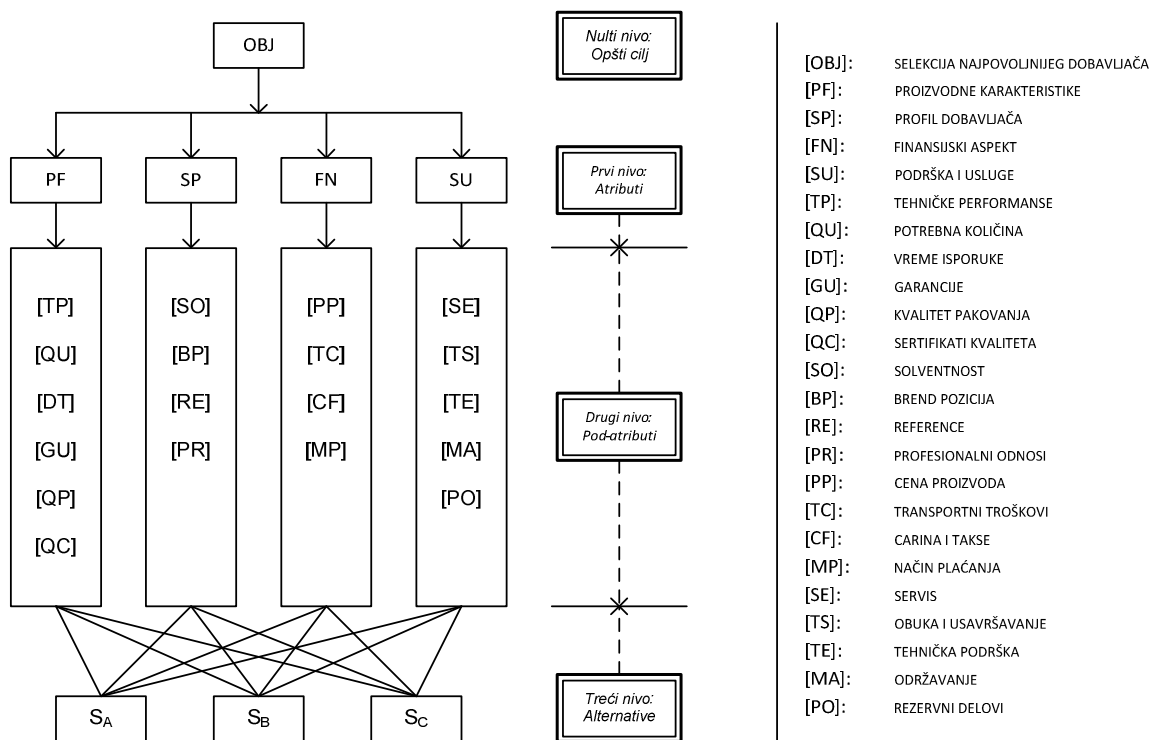
$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_1))^T \quad (9)$$

gde W ne predstavlja fazi broj.

2.1. Primena FAHP na problem selekcije dobavljača telekomunikacione opreme

U ovom rada FAHP metodologija je primenjena za selekciju najpovoljnijeg dobavljača u okviru jedne telekomunikacione kompanije. Kompanija koja je specijalizovana za proizvodnju opreme neophodne za izradnju, nadzor i održavanje telekomunikacionih sistema, želi da izabere najbolju dobavljačku firmu za isporuku ripitera prenosne frekvencije koji omogućavaju pokrivanje prostora bez GSM signala ili sa veoma slabim signalom. U obzir su uzete tri dobavljačke firme iz Velike Britanije, Holandije i Italije. Primena FAHP metodologije za selekciju dobavljačke firme može se prikazati na osnovu tri faze.

Faza I: Definisavanje osnovnih atributa i pod-atributa i kreiranje hijerarhijskog stabla (**Slika 2**). Sa **Slike 2** se može uočiti da je identifikovan osnovni cilj „Selekcija najpovoljnijeg dobavljača“. Svi atributi i pod-atributi koji mogu uticati na izbor najboljeg dobavljača telekomunikacione opreme su određeni u saradnji sa ekspertima iz Odeljenja Nabavke. Sa **Slike 2** se uočava da je identifikovano četiri osnovna atributa i sedamnaest pod-atributa, i sve to za tri alternative tj. tri dobavljača.



Slika 2: Hijerahijsko stablo za problem selekcije dobavljača

Faza II: Prioritetne težine svakog atributa, pod-atributa i alternativa izračunavaju se primenom FAHP metoda. Ekspertima je poređenje atributa, pod-atributa i alternativa olakšano korišćenjem Lingvističke skale značaja (Tabela 1). U okviru Tabele 1 (Kilincici & Onal, 2011) lingvističke varijable se konvertuju u trouglaste fazi brojeve. U Tabeli 2 predstavljena je fazi matrica poređenja četiri osnovna atributa u odnosu na osnovni cilj.

Tabela 1

Lingvistička skala značaja

Lingvistička skala značaja	Trouglasti fazi brojevi	Recipročna vrednost trouglastih fazi brojeva
Jednako	(1,1,1)	(1,1,1)
Umereno	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)
Snažno	(3/2,2,5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Veoma snažno	(5/2,3,7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
Izrazito	(7/2,4,9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)

Tabela 2

Fazi matrica poređenja četiri osnovna atributa u odnosu na cilj i njihovi prioritetni vektori.

Atributi	PF	SP	FN	SU	Prioritetni vektor (Wc)
PF	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(1/2,1,3/2)	(5/2,3,7/2)	0,46034
SP	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(1/2,1,3/2)	0,062338
FN	(2/3,1,2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	0,393835
SU	(2/7,1/3,2/5)	(2/3,1,2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	0,083486

Možemo zaključiti da je u procesu selekcije dobavljača najznačajniji atribut Proizvodna karakteristika jer ima najveći prioritetni vektor. Zatim, slede Finansijski aspekt, Podrška i usluge a tek onda Profil dobavljača. Ovakav proračun je primenjen na ostale matrice poređenja za svaki atribut (Tabela 2), pod-atribut (Tabela 3) i alternativu (Tabela 4).

Tabela 3

Fazi matrica poređenja šest pod-atributa u odnosu na osnovni atribut PF.

Pod-atributi	TP	QU	DT	GU	QP	QC	Prioritetni vektor (Wc)
TP	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(7/2,4,9/2)	(1,1,1)	0,29594
QU	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,2)	0,207703
DT	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(5/2,3,7/2)	(5/2,3,7/2)	(2/5,1/2,2/3)	0,229098
GU	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)	(2/7,1/3,2/5)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)	0,005404
QP	(2/9,1/4,2/7)	(2/5,1/2,2/3)	(2/7,1/3,2/5)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)	0
QC	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)	0,261854

Tabela 4

Fazi matrica poređenja tri alternative u odnosu na TP od PF i njihovi prioritetni vektori.

Alternative	SA	SB	SC	Prioritetni vektor (Wc)
SA	(1,1,1)	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	0,325082
SB	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	0,411873
SC	(2/3,1,2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	0,263043

Faza III: U poslednjem koraku, kombinovani su prioritetni vektori osnovnih atributa i pod-atributa kako bi se odredili prioritetni vektori za dobavljače. U **Tabeli 5** svaka kolona matrice je pomnožena prioritetnim vektorom na vrhu kolone a zatim su sumirane dobijene vrednosti za svaki red. Na taj način dobijeni su globalne težine za alternative tj. dobavljače (**Tabela 6**).

Tabela 5

Lokalne težine alternativa u odnosu na Proizvodne karakteristike (PF)

Alternative	TP	QU	DT	GU	QP	QC	Prioritetne težine alternativa
Vektori	0,29594	0,207702	0,229098	0,005404	0	0,261853	
SA	0,325082	0,411873	0	0,411873	0,333333	0,457157	0,303686
SB	0,411873	0,263043	0,957979	0,263043	0,333333	0,457157	0,517125
SC	0,263043	0,325082	0,04202	0,325082	0,333333	0,085686	0,179186

Tabela 6

Globalne težine alternativa u odnosu na cilj

Alternative	PF	SP	FN	SU	Prioritetne težine alternativa
Vektori	0,46034	0,062338	0,393835	0,083486	
SA	0,303686	0,334116	0,303595	0,305273	0,305679
SB	0,517125	0,301418	0,439608	0,37237	0,461064
SC	0,179186	0,364465	0,256796	0,322355	0,233254

Utvrđeno je da su globalne težine alternativa (0.31, 0.46, 0.23). Prema konačnom rezultatu najpoželjniji dobavljač je Dobavljač 2 sa najvećom težinom.

3. ZAKLJUČAK

Selekcija dobavljača predstavlja široku mrežu poređenja dobavljača korišćenjem zajedničkog skup kriterijuma i mera kako bi se identifikovao dobavljač sa najvećim potencijalom. Izbor odgovarajućeg dobavljača značajno smanjuje troškove nabavke i pozitivno utiče na konkurentnost kompanije. Stoga odabir najpovoljnijeg dobavljača predstavlja jedan od najvažnijih problema odlučivanja.

U ovoj studiji je korišćen višekriterijumski pristup za izbor najbolje dobavljačke firme telekomunikacione opreme. Analizirana su četiri osnovna atributa i sedamnaest pod-atributa i sve to za tri alternative tj. dobavljačke firme. Osnovni atributi i pod-atributi su određeni korišćenjem literature i u saradnji sa ekspertima iz Odeljenja Nabavke. Poređenje osnovnih atributa, pod-atributa i dobavljača olakšano korišćenjem upitnika, dok su njihove težine izračunate primenom FAHP metoda.

Buduća istraživanja biće posvećena sveobuhvatnijem razumevanju problema selekcije dobavljača. Namera je da se u daljem radu uključe i druge metode višekriterijumske analize kao što su fazi TOPSIS, fazi PROMETHEE i fazi ELECTRE i da se na taj način konstruiše model kombinovanjem više metoda višekriterijumske analize.

LITERATURA

- [1] Boender, C.G.E., De Graan, J.G., & Lootsma, F.A. (1989). Multiple-criteria decision analysis with fuzzy pairwise comparisons. *Fuzzy Sets and Systems*, 29, 133–143.
- [2] Buckley, J. J., (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17(3), 233–247.
- [3] Cebi, F., & Bayraktar, D. (2003). An integrated approach for supplier selection. *Logistics Information Management*, 16(6), 395–400.
- [4] Chamodrakas, I., Batis, D., & Martakos, D. (2009). Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP. *Experts Systems with Applications*, 37(1), 490–498.
- [5] Chan, F.T.S., & Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP based approach. *Omega*, 35(4), 417–431.
- [6] Chang, D.Y. (1992). Extent analysis and synthetic decision. *Optimization Techniques and Applications*, 1, 352–355.
- [7] Chang, D.Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655.
- [8] Dickson, G.W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2(1), 5–17.
- [9] Feng, D., Chen, L., & Jiang, M. (2005). Vendor selection in supply chain system: An approach using fuzzy decision and AHP. In *Proceedings of ICSSM'05 international conference on services systems and services management*, Changqing, China, 721–725.
- [10] Haq, A.N., & Kannan, G. (2006). Fuzzy analytical hierarchy process for evaluating and selecting a vendor in a supply chain model. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 29, 826–835.
- [11] Kilincci, O., & Onal, S.A. (2011). Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. *Expert systems with applications*, 38, 9656–9664.
- [12] Önüt, S., Kara, S.S., & Isik, E. (2009). Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company. *Expert systems with applications*, 36, 3887–3895.
- [13] Saaty, T. (1972). An eigenvalue allocation model for prioritization and planning. Working paper, Energy Management and Policy Center, University of Pennsylvania.
- [14] Saaty, T.L. (1980). *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. New York, NY: McGraw-Hill.
- [15] Van Laarhoven, P. J. M. & Pedrcyz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11, 229–241.
- [16] Weber, C.A., Current, J. R., & Benton, W.C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 50(1), 2–18.
- [17] Zadeh, L.A.(1965). Fuzzy sets, *Information and Control*, 8(3), 338–353.



MATEMATIČKI MODEL EKONOMSKI OPTIMALNOG PLANA ISHRANE ZA DORUČAK PROFESIONALNIH PRIPADNIKA VOJSKE SRBIJE

MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMAL ECONOMIC PLAN FOR BREAKFAST PROFESSIONAL ARMY SERBIAN

BRANKO TEŠANOVIĆ¹, SAŠA JOVIĆ²

¹ Vojna akademija/Univerzitet odbrane, Beograd, brate@verat.net

² Vojna ustanova „Dedinje“, Beograd, sudimnja@gmail.com

Rezime: U cilju povećanja stepena upošljenosti instaliranih kapaciteta vojničkih restorana nameće se potreba organizovanja ishrane uz naplatu tokom radnog vremena profesionalnih pripadnika Vojske Srbije. Nedovoljna upošljenost postojeće radne snage i visoki režijski troškovi, prepreka su za smanjenje visine ukupnih troškova pružanja usluge ishrane na radnom mestu. Primenom programskog paketa LP Solve, uz višekriterijumsku analizu, zasnovanu na energetske i biološke vrednosti prehrambenih proizvoda, njihovih cena i potreba u hrani profesionalnih pripadnika Vojske Srbije, dolazi se do izrade ekonomski optimalne kombinacije jela i izrade konkretnog matematičkog modela za izradu Plana dnevnih jelovnika za doručak.

Ključne reči: Višekriterijumska analiza, LP Solve, ekonomski optimalna, jela za doručak.

Abstract: In order to increase the installed capacity of military restaurant there is a need to organize nutrition surcharge during business hours of the professional members of the Army of Serbia. Insufficient existing workforce and high overheads, the barriers are to reduce the amount of the total cost of providing food services in the workplace. Of application of LP Solve with multi-criteria analysis, based on the energy and biological value of food products, their prices and food needs of the professional members of the Serbian Army, leads to the development of economically optimal combinations of dishes and making a concrete mathematical model for the development of the Plan daily menus for breakfast.

Keywords: Multi-criteria analysis, LP Solve, the economically optimal, breakfast dishes.

1. UVOD

Ukidanjem obaveze služenja vojnog roka, broj lica koji imaju pravo na besplatnu ishranu, smanjen je za 3.000. U cilju povećanja stepena upošljenosti instaliranih kapaciteta vojničkih restorana (u daljem tekstu VR), nameće se potreba organizovanja ishrane uz naplatu profesionalnih pripadnika Vojske Srbije (u daljem tekstu VS).

Radi očuvanja stručnosti i kompetentnosti kadra, neophodnog za popunu ratnih jedinica, u VR koji su kadrovski i materijalno opremljeni i osposobljeni, javila se potreba pripreme hrane kako za profesionalne pripadnike VS uz nadoknadu, tako i za lica van sistema odbrane.

2. ISHRANA NA RADNOM MESTU UZ NAPLATU

Postojećom normativnom regulativom ishrana uz naplatu predviđena je za profesionalne i penzionisane pripadnike VS,¹ članove zajedničkog porodičnog domaćinstva i za lica van sastava VS. Naravno ovaj vid ishrane sa sobom nosi niz otežavajućih momenata: kako i na osnovu čega planirati ishrana uz naplatu, kada ne postoje Planovi, normativi i jelovnici za ishranu profesionalnih pripadnika u toku radnog vremena; na osnovu čega trebati prehrambene proizvode (u daljem tekstu PP) iz intendantskih skladišta bez Normativa, jelovnika i preciznog brojnog stanja; kako uskladiti vreme za podelu u kasarnama gde ima veliki broj profesionalnih pripadnika; da li je predviđena pauza za doručak od 30 minuta dovoljna za realizaciju iste; ko bi vršio distribuciju i podelu jela do krajnjih korisnika (u komandama jedinica, stražama, poligonima, izdvojenim objektima i dr), jer vreme čuvanja gotovog jela prema propisanim sanitarno-bezbednosnim merama u ishrani ne sme biti duže od dva časa; način na koji obavezati lica na plaćanje prijavljenog obeda u

¹ (2011): Pravilnik o opštim logističkim potrebama u MO i VS, SVL 31/2011

slučajevima angažovanja na neplaniranim zadacima; način trebovanja PP iz magacina ishrane za potrebe ovog vida ishrane; vrsta i broj obeda koju treba uvrstiti u svakodnevnu ponudu i druge.

Ishranu uz naplatu tokom radnog vremena, prema mišljenju autora, potrebno je planirati u svim VR, jer bi se time povećala ekonomičnost i rentabilnost upošljavanja postojećih kapaciteta. Rasporedom dnevnog radnog vremena u vojnim objektima potrebno je predvideti vreme, u okviru koga bi se omogućila realizacija ishrane uz naplatu zainteresovanim licima. Radi ekonomičnijeg i rentabilnijeg upošljavanja instaliranih kapaciteta objekata ishrane, a na bazi iskustva stranih oružanih snaga, potrebno je kroz dogradnju normativno – pravnih akata, predvideti različite moguće načine proizvodnje tekućeg obroka, a u okviru njega doručka kao najbitnijeg obeda za odvijanje normalne psiho-fizičke aktivnosti profesionalnih pripadnika VS u toku radnog vremena.

I ako je proizvodnja doručka i njegova podela na mestu proizvodnje, najviše prihvaćen vid ishrane pripadnika VS, njegova organizacija sa ekonomskog aspekta je nerentabilna i ekonomski neprihvatljiva, te je potrebno u što većoj meri preći na centralizovano pripremanje hrane, koja će se presipati u manjem obimu, kako ne bi izgubila na kvalitativnim svojstvima, te njenu podelu u prostorijama ili salama opremljenim toplim stolovima, u kojima bi se čuvao ovaj obed do njegove konačne podele.

Nedovoljna upošljenost instaliranih kapaciteta objekata za proizvodnju hrane, postojeće radne snage i visoki režijski troškovi, prepreka su za smanjenje visine ukupnih troškova pružanja usluge ishrane na radnom mestu, čime se onemogućava povećanje broja lica koji bi bili zainteresovani za ovaj vid ishrane.

Radi postizanja kvaliteta hrane, koji je sa ekonomskog aspekta proizvodnje prihvatljiv, a koji ujedno zadovoljava propisane nutritivne standarde kvaliteta hrane, potrebno je proizvoditi hranu koja ima prihvatljivu visinu troškova i koja je prihvatljivog asortimana od strane pripadnika VS. Potrebno je izraditi nacrt Plana ishrane za doručak, kojim će se obezbediti pravilna i izbalansirana ishrana, uz primenu nutritivnih ali i ekonomskih kriterijuma. Doručak bi morao da obezbedi vitalnu sposobnost organizma i njegovu održivost za obavljanje zadataka koji se klasifikuju u kategoriju srednje teškog fizičkog rada.

Takav Plan ishrane, poput postojećih Planova, morao bi sadržati normirane jelovnike, ciklus primene jelovnika, plan utroška PP i objašnjenje za njegovu primenu, ali koji se odnose na ishranu profesionalnih pripadnika VS u toku radnog vremena i koji obuhvata samo doručak umesto celodnevnog dnevnog obroka hrane.

Normative utroška PP i izrade jela trebalo bi prilagoditi potrebama organizma, obzirom da bi se realizovao samo jedan obed, a da preostala dva obeda zaposleno osoblje konzumira van radnog mesta. Prilikom sastavljanja jela moralo bi se voditi računa o raznovrsnom asortimanu jela.

U narednom delu rada prikazan je opšti, a potom i posebni matematički modeli ishrane uz naplatu u VS, na bazi istraživanja ekonomski optimalnog modela Plana ishrane za doručak.

3. PREDLOG GODIŠNJEG PLANA ISHRANE U VS ZA DORUČAK – OPŠTI MATEMATIČKI MODEL

Osnovni cilj istraživanja u ovom delu rada je definisanje modela Plana ishrane za doručak, radi uspostavljanja ekonomične ishrane uz naplatu, tj. izrada modela koji je sa ekonomskog aspekta optimalan, a koji zadovoljava unapred zadata energetska i biološka ograničenja i potrebe pripadnika VS u ishrani.

Prema Janošević M. [2] radi realizacije ovog cilja potrebno je preduzeti sledeće radnje: sprovođenje systemske analize poslovnog sistema; definisanje informacionih potreba i osnova za izradu matematičkog modela logistike hrane; postavljanje logističkog modela; izrada matematičkog modela i testiranje matematičkog modela u konkretnim uslovima. Iz navedenog cilja proističu zadaci u izradi modela ishrane uz naplatu, a koje prema istom autoru sačinjavaju: formulisanje problema ishrane; definisanje potrebnih baza podataka; ocena dobijenih zadataka i njihove implementacije; razvijanje odgovarajućih metoda i modela operacionih istraživanja i izrada paketa programa za primenu računara.

Problem ishrane uz naplatu ima za cilj izradu Plana ishrane za doručak, uz minimiziranje troškova ishrane i zadovoljenje unapred zadatih energetskih i bioloških ograničenja i potrebe pripadnika VS. Na rešavanje navedenog problema utiču brojni činioci, poput: cena PP, jela i jelovnika, procentualnog učešća pojedinih vrsta PP u ishrani i drugi.

Sagledavanjem svih ograničavajućih faktora može se dobiti kao rezultat Plan ishrane za doručak koji predstavlja optimalno rešenje sa ekonomskog aspekta. U cilju izbegavanja monotonosti Dnevnog jelovnika i raznovrsnosti ishrane, može se na osnovu odabira jela, koja su sa ekonomskog, energetskog i biološkog aspekta optimalna, izraditi Plan dnevnih jelovnika doručaka, sastavljen od Dnevnih jelovnika na mesečnom ili kvartalnom nivou.

Prilikom izrade Dnevnog jelovnika primenom višekriterijumske analize, zasnovane na analizi energetske i biološke vrednosti PP, cena PP i potreba u hrani pripadnika VS, dolazi se do izrade kombinacije jela tj.

Dnevnog jelovnika za doručak. Svaka kombinacija sadrži: naziv PP, količinu, energetska vrednost, količine hranljivih materija i ciklus primene jela. Određivanjem broja primene pojedinih jela koja ulaze u sastav doručka definiše se Ciklus primene jela. Pri izradi Ciklusa primene jela, potrebno je zadovoljiti više kriterijuma: raznovrsnost ishrane; uvažavanje sezonskog karaktera PP; postizanje prosečne planirane energetske-biološke vrednosti doručka i utrošak planiranih PP. Promena cena PP sa ekonomskog aspekta predstavlja značajno ograničenje u izradi Ciklusa primene jela. Na osnovu Ciklusa primene jela u daljem toku procesa izrade Plana ishrane izvršila bi se izrada Plan utroška PP.

Plan utroška bi se iskazao po gramima PP i količinama (mesečno, kvartalno i godišnje). Radi pravilnog definisanja količina potrebnih PP na mesečnom, kvartalnom i godišnjem nivou potrebno bi bilo na osnovu iskustvenih podataka predvideti broj korisnika zainteresovanih za ovaj vid ishrane.

Izradom navedenih kombinacija tj. Dnevnih jelovnika, formirale bi se potrebne datoteke za izradu odgovarajućeg programskog paketa za primenu računara. U izradi modela Plana ishrane za doručak, kao polazna osnova za primenu receptura za izradu doručaka, korišćeni su podaci iz Nacrta Plana ishrane u VS. U navedenom Nacrtu Plana ishrane definisane su recepture za 33 doručaka. Primenom programskog paketa LP Solve, postavljen je osnovni - uopšteni matematički model za izradu Plana dnevnih jelovnika, uz odgovarajuće matematičke pretpostavke odnosno ograničenja.

Osnovni polazni parametri za izradu modela Plana ishrane su: PP, jelo i jelovnik.² Na osnovu datih receptura za izradu doručaka u Planu ishrane u VS i kvantitativnom učešću PP koji ulaze u sastav jela određene su cene jela.

Matematičke pretpostavke predstavljaju: a) linearnost funkcije cilja, b) linearnost ograničenja, c) konačan broj ograničenja i d) aditivnost ograničenja i funkcije cilja. Na osnovu prikazanih matematičkih pretpostavki izvršena je postavka matematičkog modela:

Kriterijum optimalnosti linearne funkcije cilja u odnosu na postavljena ograničenja

$$a) \quad F = \sum_{i=1}^n C_i X_i \rightarrow \min \quad (1)$$

gde su: F (funkcija cilja), C_i (koeficijenti uz promenljive u funkciji cilja) i X_i (promenljive).

b) Ograničenja:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

.....

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

(2)

gde su: a_{ij} (koeficijenti uz promenljive u ograničenjima), C_i (koeficijenti ograničenja) i X_i (promenljive).

Na osnovu uopštenog modela Plana dnevnih jelovnika izrađeni su predlozi konkretnog modela Plana dnevnih jelovnika za doručak.

4. PREDLOG GODIŠNJEG PLANA ISHRANE U VS ZA DORUČAK – KONKRETAN MATEMATIČKI MODEL

Potrebno je za ukupno 33 doručka odobrena Nacrtom Plana ishrane u VS naći frekvenciju primene svakog od njih na godišnjem nivou tj. za 252 radna dana, vodeći računa o biološkim i energetskim ograničenjima, uz postizanje minimalnih ukupnih troškova ishrane. Prilikom izrade konkretnog matematičkog modela uzeta je u obzir pretpostavka da je potrebno predvideti ishranu uz naplatu samo u radnim danima, obzirom da je mogući broj korisnika tada najviši, dok bi broj korisnika u neradnim danima bio gotovo zanemarljiv.

² PP je, prema Vajić I. (1989:105) proizvod koji se dobija preradom i oplemenjivanjem sirovina biljnog i životinjskog porekla, tako da ima upotrebnu vrednost i tržišnu prođu. Jelo je kombinacija PP na osnovu kojih se vrši proračun potrebnih količina proizvoda. Jelovnik se izrađuje kombinovanjem više jela, sastavlja se dnevno, dekadno ili mesečno. U ovom slučaju jelovnik se sastavlja za dve osnovne komponente tj. za doručak i ručak.

Tabela 1. Procentualno učešće belančevina, masti i ugljenih hidrata u sastav jela i cena jela za doručak

Energetska vrednost (Cal)	% učešća u količini jela			Cena u dinarima
	Belančevine	Masti	Ugljeni hidrati	
1169,19	12,7	48,1	39,2	64,40
1069,14	15,7	40,9	43,4	70,05
1018,86	11,5	43,3	45,2	59,45
1064,77	15,0	40,5	44,5	76,00
1095,40	14,3	48,2	37,5	81,45
682,99	15,2	15,9	68,9	77,79
1082,16	17,6	43,4	39,0	80,15
1108,90	19,1	43,4	37,5	101,05
997,98	16,8	34,7	48,5	64,23
1089,98	20,2	38,5	41,3	100,79
890,01	18,4	27,9	53,7	60,96
907,58	19,1	29,5	51,4	69,79
1009,54	15,3	39,9	44,8	55,75
1167,51	15,8	43,8	40,4	96,00
1039,97	9,9	23,9	66,2	55,50
1091,45	18,2	50,7	31,1	98,10
943,40	15,6	38,8	45,6	64,71
979,25	13,7	43,2	43,1	95,10
1075,27	20,2	41,1	38,7	95,51
1077,95	23,8	38,3	37,9	82,80
670,10	11,6	19,7	68,7	109,70
1046,04	30,0	23,8	46,2	113,04
1133,33	8,7	43,1	48,2	86,30
937,11	18,8	28,1	53,1	116,84
950,62	23,3	26,6	50,1	100,14
985,42	15,5	29,4	55,1	82,29
1003,82	6,7	32,0	61,3	35,49
997,54	6,8	32,2	61,0	33,41
954,80	30,1	19,5	50,4	96,54
997,74	8,8	37,8	53,4	58,50
800,51	20,5	18,9	60,6	78,24
859,41	22,5	22,1	55,4	83,64
894,13	14,1	25,4	60,5	65,79

Izvor: Plan ishrane u VS i obračun autora

Na osnovu 33 normiranih jela za pripremanje doručaka i statističkih podataka o prosečnoj energetskoj vrednosti i sastavu hranljivih materija, prikazanih u Nacrtu Plana ishrane u VS [3], kao i cena pojedinačnih PP koji ulaze u sastav ovih jela, izvršen je proračun učešća belančevina, masti i ugljenih hidrata u svakom od 33 pomenuta jela, kao i cena jela, koji se koriste u pripremi doručaka. Navedeni podaci prikazani su u Tabeli 1.

Postavljena su linearna ograničenja u odnosu na biološke zahteve (zahtevani procenat belančevina, masti i ugljenih hidrata) kao i u odnosu na energetske zahteve:

a) Za belančevine:

$$0,127X_1+0,157X_2+0,115X_3+0,150X_4+0,143X_5+0,152X_6+0,176X_7+0,191X_8+0,168X_9+0,202X_{10}+0,184X_{11}+0,191X_{12}+0,153X_{13}+0,158X_{14}+0,099X_{15}+0,182X_{16}+0,156X_{17}+0,137X_{18}+0,202X_{19}+0,238X_{20}+0,116X_{21}+0,30X_{22}+0,087X_{23}+0,188X_{24}+0,233X_{25}+0,155X_{26}+0,067X_{27}+0,068X_{28}+0,301X_{29}+0,088X_{30}+0,205X_{31}+0,225X_{32}+0,141X_{33} \geq 25,2;$$

$$0,127X_1+0,157X_2+0,115X_3+0,150X_4+0,143X_5+0,152X_6+0,176X_7+0,191X_8+0,168X_9+0,202X_{10}+0,184X_{11}+0,191X_{12}+0,153X_{13}+0,158X_{14}+0,099X_{15}+0,182X_{16}+0,156X_{17}+0,137X_{18}+0,202X_{19}+0,238X_{20}+0,116X_{21}+0,30X_{22}+0,087X_{23}+0,188X_{24}+0,233X_{25}+0,155X_{26}+0,067X_{27}+0,068X_{28}+0,301X_{29}+0,088X_{30}+0,205X_{31}+0,225X_{32}+0,141X_{33} \leq 37,8;$$

b) Za masti:

$$0,481X_1+0,409X_2+0,433X_3+0,405X_4+0,482X_5+0,159X_6+0,434X_7+0,434X_8+0,347X_9+0,385X_{10}+0,279X_{11}+0,295X_{12}+0,399X_{13}+0,438X_{14}+0,239X_{15}+0,507X_{16}+0,388X_{17}+0,432X_{18}+0,411X_{19}+0,383X_{20}+0,197X_{21}+0,238X_{22}+0,431X_{23}+0,281X_{24}+0,266X_{25}+0,294X_{26}+0,320X_{27}+0,322X_{28}+0,195X_{29}+0,378X_{30}+0,189X_{31}+0,221X_{32}+0,254X_{33} \geq 37,8;$$

$$0,481X_1+0,409X_2+0,433X_3+0,405X_4+0,482X_5+0,159X_6+0,434X_7+0,434X_8+0,347X_9+0,385X_{10}+0,279X_{11}+0,295X_{12}+0,399X_{13}+0,438X_{14}+0,239X_{15}+0,507X_{16}+0,388X_{17}+0,432X_{18}+0,411X_{19}+0,383X_{20}+0,197X_{21}+0,238X_{22}+0,431X_{23}+0,281X_{24}+0,266X_{25}+0,294X_{26}+0,320X_{27}+0,322X_{28}+0,195X_{29}+0,378X_{30}+0,189X_{31}+0,221X_{32}+0,254X_{33} \leq 75,6;$$

v) Za ugljene hidrate:

$$0,392X_1+0,434X_2+0,452X_3+0,445X_4+0,375X_5+0,689X_6+0,390X_7+0,375X_8+0,485X_9+0,413X_{10}+0,537X_{11}+0,514X_{12}+0,448X_{13}+0,404X_{14}+0,662X_{15}+0,311X_{16}+0,456X_{17}+0,431X_{18}+0,387X_{19}+0,379X_{20}+0,687X_{21}+0,462X_{22}+0,482X_{23}+0,531X_{24}+0,501X_{25}+0,551X_{26}+0,613X_{27}+0,610X_{28}+0,504X_{29}+0,534X_{30}+0,606X_{31}+0,554X_{32}+0,605X_{33} \geq 138,6;$$

$$0,392X_1+0,434X_2+0,452X_3+0,445X_4+0,375X_5+0,689X_6+0,390X_7+0,375X_8+0,485X_9+0,413X_{10}+0,537X_{11}+0,514X_{12}+0,448X_{13}+0,404X_{14}+0,662X_{15}+0,311X_{16}+0,456X_{17}+0,431X_{18}+0,387X_{19}+0,379X_{20}+0,687X_{21}+0,462X_{22}+0,482X_{23}+0,531X_{24}+0,501X_{25}+0,551X_{26}+0,613X_{27}+0,610X_{28}+0,504X_{29}+0,534X_{30}+0,606X_{31}+0,554X_{32}+0,605X_{33} \leq 189,0;$$

g) Za energetska vrednost:

$$1169,19X_1+1069,14X_2+1018,86X_3+1064,77X_4+1095,40X_5+682,99X_6+1082,16X_7+1108,90X_8+997,98X_9+1089,98X_{10}+890,01X_{11}+907,58X_{12}+1009,54X_{13}+1167,51X_{14}+1039,97X_{15}+1091,45X_{16}+943,40X_{17}+979,25X_{18}+1075,27X_{19}+1077,95X_{20}+670,10X_{21}+1046,04X_{22}+1133,33X_{23}+937,11X_{24}+950,62X_{25}+985,42X_{26}+1003,82X_{27}+997,54X_{28}+954,80X_{29}+997,74X_{30}+800,51X_{31}+859,41X_{32}+894,13X_{33} \leq 288.540;$$

$$1169,19X_1+1069,14X_2+1018,86X_3+1064,77X_4+1095,40X_5+682,99X_6+1082,16X_7+1108,90X_8+997,98X_9+1089,98X_{10}+890,01X_{11}+907,58X_{12}+1009,54X_{13}+1167,51X_{14}+1039,97X_{15}+1091,45X_{16}+943,40X_{17}+979,25X_{18}+1075,27X_{19}+1077,95X_{20}+670,10X_{21}+1046,04X_{22}+1133,33X_{23}+937,11X_{24}+950,62X_{25}+985,42X_{26}+1003,82X_{27}+997,54X_{28}+954,80X_{29}+997,74X_{30}+800,51X_{31}+859,41X_{32}+894,13X_{33} \geq 192.528;$$

Uz funkciju cilja (koeficijenti uz promenljive su cene pojedinačnih doručaka) i osnovno ograničenje (suma svih promenljivih je 252) imamo i potpunu postavku modela za doručak koja glasi:

$$\mathbf{Fmin}=64,40X_1+70,05X_2+59,45X_3+76,00X_4+81,45X_5+77,79X_6+80,15X_7+101,05X_8+64,23X_9+100,79X_{10}+60,96X_{11}+69,79X_{12}+55,75X_{13}+96,00X_{14}+55,50X_{15}+98,10X_{16}+64,71X_{17}+95,10X_{18}+95,51X_{19}+82,80X_{20}+109,70X_{21}+113,04X_{22}+86,30X_{23}+116,84X_{24}+100,14X_{25}+82,29X_{26}+35,49X_{27}+33,41X_{28}+96,54X_{29}+58,50X_{30}+78,24X_{31}+83,64X_{32}+65,79X_{33}$$

Uz pretpostavku da je ukupan broj doručaka na godišnjem nivou jednak broju radnih dana:

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8+X_9+X_{10}+X_{11}+X_{12}+X_{13}+X_{14}+X_{15}+X_{16}+X_{17}+X_{18}+X_{19}+X_{20}+X_{21}+X_{22}+X_{23}+X_{24}+X_{25}+X_{26}+X_{27}+X_{28}+X_{29}+X_{30}+X_{31}+X_{32}+X_{33}=252.$$

Primenom programskog paketa LP Solve za postavljeni model dobijamo da se optimalno rešenje sa ekonomskog aspekta, u kome su minimizirani troškovi ishrane i zadovoljeni unapred zadata energetska i biološka ograničenja i potrebe pripadnika VS, postiže sa **Fmin=17.852,98 dinara na godišnjem nivou**, što predstavlja optimalno rešenje uz zadata ograničenja.

Rešavanjem ovako postavljenog modela dobijaju se značajni planski elementi za izradu konkretnog Plana ishrane za doručak, jer se kao izlazni podatak dobija parametar o frekvenciji broja doručaka na godišnjem nivou.

Učestalost pojedinih vrsta doručaka na godišnjem nivou, prikazana je u *Tabeli 3* i zadovoljava kriterijum optimalne kombinacije doručaka sa ekonomskog aspekta, uz zadovoljenje energetskih i bioloških ograničenja i potreba pripadnika VS.

Tabela 3. Učestalost doručaka na godišnjem nivou

X ₁ =0	X ₂ =4	X ₃ =12	X ₄ =9	X ₅ =0	X ₆ =12	X ₇ =0	X ₈ =0	X ₉ =12
X ₁₀ =0	X ₁₁ =12	X ₁₂ =12	X ₁₃ =12	X ₁₄ =0	X ₁₅ =12	X ₁₆ =0	X ₁₇ =12	X ₁₈ =0
X ₁₉ =0	X ₂₀ =0	X ₂₁ =12	X ₂₂ =0	X ₂₃ =12	X ₂₄ =8	X ₂₅ =5	X ₂₆ =12	X ₂₇ =12
X ₂₈ =12	X ₂₉ =10	X ₃₀ =12	X ₃₁ =12	X ₃₂ =12	H ₃₃ =24			

Izvor: Obračun autora uz primenu programa LP Solve

Na osnovu definisanog učešća pojedinih vrsta doručaka može se dalje pristupiti izradi Ciklusa primene doručaka i sastavljanju Plana dnevnih jelovnika za doručak. Iz svega navedenog može se videti da cena jela za doručak iznosi 70,84 dinara na dnevnom nivou, što je za 69,16 dinara niža cena u odnosu na postojeću cenu doručka u VS [5].

5. ZAKLJUČAK

Smanjenjem brojnog stanja VS umanjen je i stepen upošljenosti instaliranih kapaciteta VR, što je nametnulo potrebu organizovanja ishrane uz naplatu profesionalnih pripadnika VS. Nedovoljna upošljenost instaliranih kapaciteta objekata za proizvodnju hrane, postojeće radne snage i visoki režijski troškovi, prepreka su za smanjenje visine ukupnih troškova pružanja usluge ishrane na radnom mestu, čime se onemogućava povećanje broja lica koji bi bili zainteresovani za ovaj vid ishrane.

Radi postizanja kvaliteta hrane, koji je sa ekonomskog aspekta proizvodnje prihvatljiv, a koji ujedno zadovoljava nutritivne standarde kvaliteta hrane, potrebno je proizvoditi hranu koja ima prihvatljivu visinu troškova i koja je prihvatljivog asortimana od strane pripadnika VS.

Primenom programskog paketa LP Solve, uz višekriterijumsku analizu, zasnovanu na energetske i biološke vrednosti PP, njihovih cena i potreba u hrani pripadnika VS u radu je prikazan uopšten model a potom i konkretan model Plana dnevnih jelovnika za doručak.

Upotrebom 33 doručaka odobrenih Nactom Plana ishrane u VS predložena je frekvenciju primene svakog od njih na godišnjem nivou.

Primenom programskog paketa LP Solve za postavljeni model dobijeno je optimalno rešenje sa ekonomskog aspekta, u kome su minimizirani troškovi ishrane i zadovoljeni unapred zadata energetska i biološka ograničenja i potrebe pripadnika VS, koje iznosi $F_{min}=17.852,98$ dinara na godišnjem nivou, što pretstavlja optimalno rešenje uz zadata ograničenja, pri čemu cena jela za doručak iznosi 70,84 dinara na dnevnom nivou, što je za 69,16 dinara niža cena u odnosu na cenu u VS.

LITERATURA

- [1] Pravilnik o opštim i logističkim potrebama u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije, SVL 31/2011
- [2] Janočević M. (2010). Menadžment logističkog lanca u distribuciji hrane, Novi Sad, str. 83–89.
- [3] Nacrt Plana ishrane u VS (2009).
- [4] Vajić I. (1989). Ekonomika prehrambene industrije, Informator, Zagreb
- [5] Cenovnik pružanja usluga iz opšte logistike, SVL 9/12



KVANTITATIVNA ANALIZA PERFORMANSI OSIGURAVAJUĆIH KOMPANIJA U SRBIJI

QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE PERFORMANCES OF INSURANCE COMPANIES IN SERBIA

MARIJA STEPIĆ, MARIJA STOŠIĆ, GORDANA SAVIĆ, MILICA BULAJIĆ, VELJKO JEREMIĆ

Fakultet organizacionih nauka, Beograd, marija.stepic@gmail.com, marija.stosic@estiem.org, goca@fon.bg.ac.rs, milica.bulajic@fon.bg.ac.rs, jeremicv@fon.bg.ac.rs

Rezime: U ovom radu predmet istraživanja je kvantitativna analiza performansi osiguravajućih kompanija koje posluju u Srbiji. Podaci pokrivaju period od sedam godina od 2005. do 2011. godine. U uvodnom delu biće opisano tržište osiguravajućih kompanija u Srbiji i detaljnije opisane metode koje će biti korišćene za procenu performansi. Zatim će biti prikazani i opisani rezultati sprovedenih analiza. Na osnovu izračunate efikasnosti, biće izvršeno rangiranje kompanija i poređenje rezultata različitih metoda. Metode koje će biti korišćene u radu su Analiza obavijanja podataka (DEA) i Analiza zasnovana na odstojanju (DBA). Dok DEA metoda na osnovu vrednosti ulaznih podataka pruža informacije koje ulaze treba smanjiti i za koliko, DBA daje pregled najuticajnijih ulaza ili izlaza pri određivanju efikasnosti, pa s obzirom na to svaka kompanija može da uspostavi optimalno upravljanje u cilju poboljšanja performansi.

Ključne reči: Osiguravajuće kompanije, DEA metoda, DBA metoda, performanse

Abstract: In this paper, the subject of the research is a quantitative analysis of the performance of the insurance companies operating in Serbia. Collected data cover a period of seven years, from 2005 to 2011. In the first part of the paper, the market of insurance companies in Serbia and the methods that are used for performance evaluation will be described. After that the results of the analysis will be presented. The relative efficiency of each insurance company is evaluated by Data Envelopment Analysis (DEA) and Distance Based Analysis (DBA) from financial aspect. The companies are ranked based on the obtained index of efficiency that is calculated using these two methods. In addition, DEA provides information of inputs need to be reduced for some inefficient insurance companies to become efficient, while DBA provides an overview of the most influential inputs or outputs in determining the efficiency, and given that each company can establish the optimal control in order to increase efficiency.

Keywords: Insurance companies, Data Envelopment Analysis, Distance Based Analysis, performance

1. UVOD

U ovom radu, procenjuju se performanse osiguravajućih kompanija u Srbiji korišćenjem Analize obavijanja podataka (DEA) i Analize zasnovana na odstojanju (DBA). Sektor osiguranja u Srbiji je jedan od najmanje razvijenih sektora osiguranja u Evropi. Međutim, u poslednjih nekoliko godina, pojavili su se znaci poboljšanja u ovoj oblasti.

Broj osiguravajućih kompanija se stalno povećava, a danas u našoj zemlji posluje 28 kompanija. Ključne oblasti kojima bi kompanije trebalo da se bave posebno u sadašnjem trenutku su: korporativno upravljanje, koje između ostalog podrazumeva adekvatno uspostavljen sistem internih kontrola, unapređenje tehnika vrednovanja ulaganja, jačanje transparentnosti, jačanje dobre prakse poslovanja i fer odnosa prema klijentima, aktivnosti na edukaciji potencijalnih osiguranika, čime će doprineti jačanju poverenja osiguranika i stvaranju uslova za razvoj ovog segmenta finansijskog sistema (Narodna banka Srbije, 2012).

Rad je organizovan na sledeći način. U prvom delu rada biće predstavljen teorijski pregled Analize obavijanja podataka (DEA) i Analize zasnovane na odstojanju (DBA). Korišćenjem DEA i DBA metoda, a na osnovu vrednosti relativne efikasnosti, kompanije su rangirane i prikazana je uporedna analiza ove dve metode. Zaključak je dat u poslednjem poglavlju.

2. OPIS PROBLEMA

Podaci koji su korišćeni u analizama su birani na osnovu reprezentativnosti i najadekvatnijeg opisa poslovanja kompanija. Sagledani su i drugi radovi na ovu temu, kako bi se donela što bolja odluka.

Izbor ulaza i izlaza se vršio na osnovu raspoloživih podataka i podataka koji prikazuju poslovanje preduzeća na najbolji način. U ovoj analizi korišćeni su samo finansijski pokazatelji. Poslovna imovina je izabrana kao ulaz jer obuhvata i stalnu i obrtnu imovinu, a na osnovu ovog podatka imamo obuhvatniji uvid u stanje i poslovanje osiguravajuće kompanije. Ovim ulazom su obuhvaćene nekretnine, oprema, nematerijalna i materijalna ulaganja, finansijski plasmani, gotovina i zalihe. Imajući u vidu troškove u bilansima osiguravajućih kompanija, troškovi sprovođenja osiguranja imaju najveće učešće, zbog čega su izabrani kao ulaz. Na drugom mestu su troškovi zaposlenih. Kapital i rezerve su izabrani kao ulaz, jer ukupni prihodi kao izlaz mogu da prikažu stvarno stanje kompanija samo ako se uporede sa kapitalom i rezervama. Ukupan prihod je podeljen na prihode od premija osiguranja i saosiguranja i ostale prihode. Za DEA i DBA metode uzeta su četiri ulaza: poslovna imovina, kapital i rezerve, troškovi sprovođenja osiguranja i troškovi zaposlenih i dva izlaza: prihodi od premija osiguranja i saosiguranja i ostali prihodi.

Podaci se nalaze u bilansima stanja i uspeha, a dostupni su na sajtovima Agencije za privredne registre i Narodne banke Srbije. Rezultati ovog rada su rang liste osiguravajućih kompanija po godinama za obe metode. Radom je obuhvaćen period od sedam godina, od 2005. - 2011. godine.

3. ANALIZA OBAVIJANJA PODATAKA (DEA)

Jedan od najvažnijih principa u svakom poslu je princip efikasnosti, koji se sastoji u postizanju najvišeg mogućeg izlaza sa što manje ulaza ili investicija. Najjednostavniji prikaz efikasnosti je odnos između jednog izlaza i jednog ulaza. (Savić i Matić, 2012)

$$\text{Efikasnost} = \text{Output} / \text{Input} \quad (1)$$

Analiza obavljanja podataka (DEA) omogućava istovremeno razmatranje više od dva pokazatelja i izračunavanje relativne efikasnosti za svaku posmatranu jedinicu (DMU - Decision Making Unit). (Bulajić, Savić i Savić, 2011).

Neparametarski pristup je razvijen polazeći od činjenice da se za ocenjivanje uspešnosti organizacija, pogotovu neprofitnih, u praksi najčešće mora razmatrati više ulaza i izlaza koji su po svojoj prirodi raznorodni (finansijski, tehnički, tehnološki, ekološki, socijalni, itd.) i izražavaju se u različitim mernim jedinicama. Formula za efikasnost dobija sledeći oblik:

$$\text{Efikasnost} = \text{težinska suma ulaza} / \text{težinska suma izlaza} \quad (2)$$

Čarns, Kuper i Rouds (1978) navode da se jedna DMU može okarakterisati kao efikasna samo ako nisu ispunjena sledeća dva uslova:

- Moguće je povećati joj bilo koji izlaz bez povećanja bilo kog od ulaza i bez smanjenja bilo kog drugog izlaza;
- Moguće je smanjiti joj bilo koji ulaz bez smanjenja bilo kog od izlaza i bez povećanja bilo kog drugog ulaza.

Performanse DMU se ocenjuju poređenjem sa najboljom DMU iz seta podataka. Najbolje DMU formiraju granicu efikasnosti. Ako DMU ne leži na granici, smatra se neefikasnom. DEA pruža informacije o tome koje promene su potrebne na ulaznim i izlaznim podacima da bi neefikasne DMU dospele na granicu efikasnosti. Nakon procene relativne efikasnosti svake DMU, analiza pokazuje kako ulazi i izlazi moraju biti promenjeni kako bi se dostigla efikasnost ciljne DMU (Stancheva i Angelova, 2004).

Američki ekonomisti Charnes, Cooper i Rhodes (1978) predstavili su CCR DEA model 1978. godine, uz pretpostavku konstantnog prinosa na obim. Predloženi pristup su dodatno razvili Banker, Charnes i Cooper (1984), i dobili model, poznat kao BCC DEA model koji obuhvata varijabilni prinos na obim.

Jedan od nedostataka osnovnih DEA modela je što sve efikasne jedinice imaju efikasnost 1 i prema nivou efikasnosti nije moguće napraviti njihov redosled.

Da bi se napravila razlika između posmatranih jedinica i omogućilo njihovo rangiranje korišćen je model za merenje superefikasnosti. Nekoliko autora je predložilo metode za rangiranje najboljih jedinica, uključujući Andersena i Petersena (1993), Doyl i Green (1994), Tofallis (1996), Sueyoshi (1999), Seiford (1999), Mehrabian (1999) Zhu (2001), i Tone (2002).

Ovako modifikovani ulazno-orijentisani DEA modeli omogućuju da se efikasne jedinice rangiraju slično kao neefikasne na osnovu indeksa efikasnosti koji je veći ili jednak 1. U radu je za određivanje efikasnosti kompanija korišćen modifikovani CCR DEA model, sa dodatkom za merenje superefikasnosti.

Nakon što je Charnes predstavio DEA analizu (1978), objavljeno je na stotine radova u kojima su objašnjene razne primene i unapređenja, videti pregled Cook i Seiford (2009), na primer (Kao i Hvang, 2011).

Danas, DEA je sve popularniji alat i ima široku primenu u rešavanju realnih poslovnih problema. DEA se uspešno primenjuje u proceni efikasnosti bolnica, škola, biblioteka, banaka, osiguravajućih društava, fakulteta i policijskih stanica.

DEA se može koristiti za ocenu godišnjeg učinka organizacije. Menadžment može da koristi rezultate ove analize efikasnosti da preispita tekući uspeh organizacije (Lorens, 2006).

U radu (Tone i Biresh, 2005) autori su primenili novu varijantu DEA analize da bi ispitali performanse kompanija za životno osiguranje u Indiji. Za ove analize, oni su koristili podatke, koji obuhvataju period od 19 godina. Ulaze, koje su izabrali, mogu se svrstati u četiri grupe: poslovne usluge, broj zaposlenih, pozajmljeni kapital i akcionarski kapital. U ovoj studiji, oni su koristili sadašnju vrednost troškova i likvidna sredstva u pasivi kao izlaze.

Nekoliko godina kasnije autori (Wu, Yang, Vela i Liang, 2007) su analizirali proizvodnju i investicioni učinak kompanija za životno i zdravstveno osiguranje u Kanadi. Oni su koristili podatke za više od 70 kompanija za period od tri godine.

Autori "Poređenja performansi privatnih i javnih osiguravajućih kompanija korišćenjem Analize obavijanja podataka" (Saedi i Kazemipour, 2011) koristili su DEA analizu da ispituju i uporede tehničku efikasnost, alokaciju i ekonomiju javnih i privatnih osiguravajućih kompanija u Iranu.

U poslednjih nekoliko godina, merenje efikasnosti je zadobilo veliku pažnju. Posebno u sektoru osiguranja je povećan broj studija u kojima se primenjuju DEA metoda. Berger i Humphrey (1997) i Cummins i Weiss (2000) su istražili osam i dvadeset i jednu studiju, respektivno. Sada, manje od dvadeset godina nakon Cummins i Weiss istraživanja, ima više od 90 studija o merenju efikasnosti u osiguranju. (Eling i Luhn, u štampi)

U novijim radovima u ovoj oblasti je poboljšana metodologija, obrađene nove teme, a i povećana je geografska pokrivenost. Prethodno je fokus bio na američkom tržištu, a sada se radovi baziraju na tržištima zemalja širom sveta, uključujući i tržišta u razvoju poput Kine i Tajvana (Eling i Luhn, 2009).

4. ANALIZA ZASNOVANA NA Odstojanju (DBA)

Analiza zasnovana na odstojanju - Distance based analysis – DBA je nastala modifikacijom Ivanovićevo odstojanja, da bi mogla da se računa efikasnost.

Efikasnost osiguravajućih kompanija se izračunava tako što se Ivanovićevo odstojanje primeni na ulaze i izlaze odvojeno, rezultati se normalizuju L_∞ metrikom i zatim se podele vrednosti Ivanovićevo odstojanja za izlaze sa vrednostima za ulaze. Na osnovu rezultata ovako izračunate efikasnosti kompanije se rangiraju.

Sve jedinice posmatranja su definisane većim brojem atributa koji ih opisuju. Opšti problem se sastoji u kombinaciji vrednosti tih atributa u cilju formiranja jednog izlaza, koji adekvatno opisuje jedinice posmatranja i pruža mogućnost njihovog poređenja. Jedan od načina rešavanja ovog problema je upravo Ivanovićevo odstojanje.

Ivanovićevo odstojanje je razvio Branislav Ivanović (1977) za vreme svog istraživanja, koje je obuhvatalo rangiranje zemalja i političkih regiona na osnovu njihove razvijenosti, u periodu od 1950. do 1970. godine. U svojim istraživanjima, posmatrao je veliki broj socio-ekonomskih parametara razvoja, pa se kao problem javilo pitanje kako da se svi iskoriste, da bi se izračunao jedinstveni pokazatelj, na osnovu kojeg bi se izvršilo rangiranje. Ivanović je definisao Ivanovićevo odstojanje kao kombinaciju svih atributa uključenih u analizu, na osnovu kojeg se dobija jedinstven postupak rangiranja posmatranih jedinica. Izbor skupa značajnih atributa je prvi i jedan od najvažnijih koraka u postupku rangiranja.

Neka je $X = \{x_{1s}, x_{2s}, \dots, x_{ks}\}$ skup atributa, poređanih po važnosti, za posmatranu jedinicu P_s .

Ivanovićevo odstojanje za jedinice P_r i P_s se definiše kao:

$$D(r, s) = \sum_{i=1}^k \frac{|d_i(r, s)|}{\sigma_i} \prod_{j=1}^{i-1} (1 - r_{j1,2,\dots,j-1}) \quad (3)$$

gde je $d_i(r, s) = x_{ir} - x_{is}$, $i \in \{1, \dots, k\}$ diskriminacioni efekat, odnosno odstojanje između vrednosti atributa X_i za P_r i P_s , σ_i je standardna devijacija X_i , a $r_{j1,2,\dots,j-1}$ je koeficijent parcijalne korelacije X_i i X_j ($j < i$).

Ivanovićevo odstojanje se izračunava na sledeći način:

- Izračunaju se vrednosti diskriminacionog efekta atributa X_1 , (najznačajniji atribut),

- Doda se vrednost diskriminacionog efekta X_2 , koja nije pokrivena sa X_1 ,
- Doda se vrednost diskriminacionog efekta X_3 , koja nije pokrivena sa X_1 i X_2 ,
- Ponovi se postupak za sve attribute.

Autori Radojičić, Isljamović, Petrović i Jeremić su u svom radu analizirali održivi razvoj 27 zemalja, članica Evropske unije. Ivanovićevo odstojanje se pokazalo kao vrlo koristan i primenljiv metod, kojim se integriše veliki broj indikatora održivog razvoja u jedan pokazatelj.

Ivanovićevo odstojanje korišćeno je i za merenje razvijenosti IKT-a (Jeremić, Vukmirović, Radojičić i Đoković, 2011). Rezultat ovog rada bilo je rangiranje država i pokazano je koliko su velike razlike između njih.

Statistički pristup kroz primenu Ivanovićeovog odstojanja je korišćen za evaluaciju zdravstvenog sektora 27 zemalja Evropske unije. (Jeremić, Bulajić, Martić, Marković, Savić, Jeremić i Radojičić, 2012)

U radu Statistički pristup merenju socio-ekonomske razvijenosti MENA zemalja (Milenković, Jeremić, Đoković i Dobrota, 2011), autori su koristili Ivanovićevo odstojanje za rangiranje 18 zemalja Bliskog istoka i Severne Afrike. Analiza bogatstva države ne sme se koncipirati samo na ekonomskim ili socijalnim indikatorima, već isključivo kroz njihovu kombinaciju. U radu je kreiran sintetizovani indikator koji kvantitativno prikazuje socio-ekonomski razvoj zemlje.

DBA metoda koristi malo drugačiju metodologiju od DEA metode, naime nakon primene ove metode dobijaju se informacije o tome koji ulazi ili izlazi su od ključnog značaja za određivanje performansi jedne kompanije. Svaka kompanija može iznova da procenjuje svoje performanse i da pokuša da poboljša svoju poziciju daljim razvojem najznačajnijih ulaza ili izlaza.

5. ANALIZA REZULTATA

Tabela 1: Rangovi na osnovu rezultata DEA i DBA metoda

R.b.	Osiguravajuće kompanije	DEA/DBA													
		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011	
1	AMS	5	2	5	5	7	5	22	24	9	5	7	4	5	4
2	AS neživot	-	-	-	-	-	-	8	2	20	17	13	18	13	20
3	AXA neživot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	22
4	AXA život	2	17	17	17	17	18	18	12	19	19	20	15	27	27
5	Basler neživot	-	-	-	-	19	19	20	21	21	22	25	23	25	24
6	Basler život	-	-	-	-	20	17	19	20	23	21	24	22	24	23
7	DDOR Novi Sad	10	4	8	10	5	8	6	4	5	8	9	10	10	8
8	DDOR RE	-	-	-	-	-	-	-	-	25	23	21	21	23	19
9	Delta Generali	13	6	11	11	11	9	5	6	8	9	6	9	7	6
10	Delta Generali RE	3	8	2	8	1	2	3	17	2	6	16	5	18	14
11	Dunav	11	9	10	4	6	4	9	11	12	10	14	13	12	18
12	Dunav RE	4	10	4	1	4	3	1	1	1	3	5	6	15	7
13	Energoprojekt garant	14	5	15	3	9	1	12	14	18	12	19	3	17	3
14	Globos	17	16	16	16	15	12	14	15	17	18	18	19	16	13
15	Grawe	8	15	14	14	12	11	7	8	3	2	4	1	3	1
16	Merkur osiguranje	-	-	-	-	18	20	16	10	15	20	15	20	14	9
17	Metlife(ex Alico)	-	-	-	-	-	-	21	19	22	25	23	25	26	26
18	Milenijum	15	11	6	7	10	7	10	3	6	11	10	8	11	11
19	Penzijsko osiguranje Dunav	1	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Sava	9	13	7	6	2	14	4	13	7	13	2	12	2	10
21	Sava život	-	-	-	-	-	-	24	22	24	26	22	24	21	25
22	Societe Generale	-	-	-	-	-	-	-	-	26	24	26	26	20	21
23	Takovo	7	7	9	12	8	10	11	9	11	15	12	16	9	17
24	Triglav (Kopaonik)	12	12	12	9	13	13	13	7	10	14	8	14	8	15
25	Uniqa neživotno osiguranje	-	-	-	-	16	16	15	16	13	16	11	17	6	16
26	Uniqa životno osiguranje	6	1	1	15	14	15	17	18	14	7	17	7	19	12
27	Wiener RE	-	-	-	-	-	-	23	23	16	1	1	11	1	5
28	Wiener Stadtische	16	14	13	13	3	6	2	5	4	4	3	2	4	2

U Tabeli 1. je prikazano poređenje rezultata DEA i DBA metoda za ceo period koji je posmatran u analizi, od 2005. - 2011.godine. Sivim kvadratima su označene efikasne, a belim neefikasne kompanije. Analizom uporednog prikaza se može zaključiti da postoji slaganje između DEA i DBA metoda, s tim što postoje izvesni izuzeci, koji su opisani u narednim pasusima.

Credit Agricole, koja je kasnije preuzeta od strane kompanije AXA život ima najvišu vrednost prema DEA metodi u 2005. godini. Međutim, ova kompanija je tokom celog perioda neefikasna, a u 2005. godini ima sve vrednosti posmatranih ulaza i izlaza jednake 0, tako da je za posmatranu godinu ova kompanija uljez, kojeg je DBA metoda prepoznala i stavila na poslednje mesto, dok ju je DEA metoda stavila na prvo mesto zbog nultih troškova.

Delta Generali Re je ostvarila veliki porast u periodu od 2005. - 2007.godine prema DEA metodi, zbog niskih troškova, ali po DBA metodi nije efikasna zbog niskih prihoda od premije osiguranja i saosiguranja. Isto važi i za Dunav Re samo za period 2008. - 2009.godine.

Grawe osiguranje je ostvarilo porast prema DBA metodi u poslednje dve godine, zato što je nakon 2009. godine smanjila troškove sprovođenja osiguranja, koji su najuticajni ulaz u 2010. i 2011.godini, a povećala prihode od premije osiguranja i saosiguranja - najvažniji izlaz. Prema DEA metodi ova kompanija nije ostvarila ovako značajan rast, jer ima visoke troškove u poređenju sa drugim kompanijama.

Dunav osiguranje je najveća kompanija u Srbiji i u svim godinama sem u 2009. je efikasna prema DBA metodi, a prema DEA metodi je jako blizu granice efikasnosti sa rezultatom malo većim od 100%, jer ima najveće prihode od premija osiguranja i saosiguranja, koji predstavljaju najznačajniji izlaz, odnosno izlaz koji je najviše uticao na izgled rang liste. Posledično svojoj veličini, Dunav osiguranje ima i visoke troškove, pa DEA metoda ovu DMU u većem delu posmatranog perioda svrstava u grupu neefikasnih kompanija.

Sava osiguranje je tokom celog perioda bila efikasna prema DEA metodi, a prema DBA u poslednje dve godine.

U periodu od 2007. - 2011. DEA metoda je sledeće kompanije prepoznala kao efikasne: Wiener Stadtische, Sava, Delta Generali, DDOR Novi Sad i Grawe. Na osnovu DBA metode u tom periodu bile su efikasne samo kompanije Delta Generali Re i Dunav Re.

Kompanije koje su u čitavom periodu bile neefikasne, prema rezultatima obe metode su AXA neživot, Basler neživot, Basler život, DDOR RE, Metlife, Sava život i Societe Generale.

Ulaz koji je najviše uticao na rezultate u 2006., 2007. i u periodu 2009. - 2011. su troškovi sprovođenja osiguranja, dok je u 2005. i 2008. najuticajni ulaz poslovna imovina. Najvažniji izlaz u celom periodu 2005.-2011. su prihodi od premija osiguranja i saosiguranja.

6. ZAKLJUČAK

Svrha ovog rada je prikaz primene različitih metoda za ocenu performansi osiguravajućih kompanija u Srbiji. Rezultati ovog rada su rangiranje osiguravajućih kompanija i predlozi koje ulaze je potrebno smanjiti i za koliko da bi kompanije postale efikasne kao i pregled značajnosti ulaza i izlaza za određivanje efikasnosti.

Korišćenjem DEA i DBA metoda identifikovani su lideri u industriji osiguranja, kompanije koje ih prate i one koje su neefikasne. Da bi opstale na tržištu, neefikasne kompanije moraju da menjaju svoje principe poslovanja.

Buduća istraživanja u ovoj oblasti mogu da sadrže podatke o narednim godinama i nedavnim promenama na tržištu osiguranja. Pored toga, daljim istraživanjima mogu da se prate trendovi razvoja i rasta osiguravajućih kompanija u Srbiji. Ponovnim rangiranjem bi se prikazalo koje osiguravajuće kompanije su preživle, koje su porasle i razvile se i koje imaju održivo poslovanje i povećanu zaradu.

Cilj ovog rada je da se predstavi jedan od mogućih načina procene performansi osiguravajućih kompanija u Srbiji. Osim toga, prikazane su dve različite metode, njihova primena i poređenje dobijenih rezultata.

LITERATURA

- [1] Agencija za privredne registre (2012), <http://www.apr.rs>
- [2] Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993), A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 39 (10), 1261–4.
- [3] Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W. (1984), Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Sciences*, 30, 1078-1092
- [4] Berger, A.N., Humphrey, D.B., 1997. Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research, *European Journal of Operational Research* 98 (2), 175–212.
- [5] Bulajić M., Savić G., Savić S., (2011), DEA pristup rangiranju banaka u Srbiji, SYM-OP-IS 2011.
- [6] Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978), Measuring the Efficiency of Decision Making units, *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444
- [7] Cook, W.D., Seiford, L.M., 2009. Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on, *European Journal of Operational Research* 192, 1–17.

- [8] Cummins, J.D., Weiss, M.A., 2000. Analyzing firm performance in the insurance industry using frontier efficiency methods. In: Dionne, G. (Ed.), *Handbook of Insurance Economics*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [9] Doyle, J., Green, R., 1994. Efficiency and cross-efficiency in DEA: Derivation, meanings and uses. *Journal of Operational Research Society* 45 (5), 567–578.
- [10] Eling M., Luhnen M., Efficiency in the international insurance industry: A cross-country comparison, *Journal of Banking & Finance* 34 (2010) 1497–1509, 2009.
- [11] Eling, M., Luhnen, M., in press. *Frontier Efficiency Methodologies to Measure Performance in the Insurance Industry: Overview, Systematization, and Recent Developments*. Geneva Papers on Risk and Insurance
- [12] Ivanović B., (1977), *Teorija klasifikacije*, Institut za ekonomiku industrije, Beograd.
- [13] Jeremić, V., Bulajić, M., Martić, M., Marković, A., Savić, G., Jeremić, D., Radojičić, Z., (2012). An Evaluation of European Countries' Health Systems through Distance Based Analysis. *Hippokratia*, 16(2), 170-174.
- [14] Jeremić, V., Vukmirović, D., Radojičić, Z. and Đoković A. (2011c). Towards a framework for evaluating ICT infrastructure of countries: a Serbian perspective, *Metal Int.* 16(9), 15-18
- [15] Mehrabian, S., Alirezaee, M.R., Jahanshahloo, G.R., 1999. A complete efficiency ranking of decision making units in data envelopment analysis. *Computational Optimization and Applications* 14, 261–266.
- [16] Milenković N., Jeremić V., Đoković A., Dobrota M., *Statistički pristup merenju socio-ekonomske razvijenosti MENA zemalja, SPIN '11 VIII Skup privrednika i naučnika: Operacioni menadžment u funkciji održivog ekonomskog rasta i razvoja Srbije 2011.-2020.*, Zbornik radova, Beograd, novembar 2011.
- [17] Narodna banka Srbije (2012), <http://www.nbs.rs>
- [18] Savić G., Martić M., (2012), *Merenje efikasnosti poslovnih sistema – Osnovni modeli i procedura primene DEA*, materijali sa master studija, Fakultet organizacionih nauka
- [19] Saedy P., Kazemipour S.A., (2011), *Compare the Performance of Private and Public Insurance Companies in Using Data Envelopment Analysis*, Islamic Azad University, Aliabad Katoul Branch, Golestan, Iran.
- [20] Seiford, L.M., Zhu, J., 1999. Infeasibility of super-efficiency data envelopment analysis. *INFOR* 37 (2), 174–187.
- [21] Stancheva N., Angelova V. (2004), *Measuring the Efficiency of University Libraries Using Data Envelopment Analysis*, University of Economics – Varna, Bulgaria. Paper presented at the Conference on Professional Information Resources, Prague.
- [22] Sueyoshi, T., 1999. Data envelopment analysis non-parametric ranking test and index measurement: Slack-adjusted DEA and an application to Japanese agriculture cooperatives. *Omega International Journal of Management Science* 27, 315–326.
- [23] Tofallis, C., 1996. Improving discernment in DEA using profiling. *Omega, International Journal of Management Science* 24 (3), 361–364.
- [24] Tone K. Biresh K. S., (2005), *Evaluating cost efficiency and returns to scale in the Life Insurance Corporation of India using data envelopment analysis*, National Graduate Institute for Policy Studies, 2-2 Wakamatsu-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 162-8677, Japan.
- [25] Wu D, Yang Z, Vela S, Liang L (2007), *Simultaneous analysis of production and investment performance of Canadian life and health insurance companies using data envelopment analysis*, *Computers & Operations Research* 34, 180–19



NEKI ASPEKTI UVOĐENJA OGRANIČENJA ZA RASPORED AKTIVNOSTI NA PROJEKTUSA VIŠE IZVOĐAČA RADOVA

SOME ASPECTS OF INTRODUCING RESTRICTIONS FOR SCHEDULE OF ACTIVITIES ON THE PROJECT WITH MULTIPLE CONTRACTORS

OMER KURTANOVIĆ¹, NENAD NIKOLIĆ²

¹ Ekonomski fakultet, Bihać, Bosna i Hercegovina, adsami@bih.net.ba

² IMD METAL CO, Beograd, Srbija, nenad.nikolic@gmail.com

Apstrakt: Radom se diskutuju neki specifični zahtevi za planiranje projekta. Uobičajeno se za dati početak projekta određuje plan sa minimalnim trajanjem projekta uvažavajući raspoložive resurse. Međutim, može da se definiše završetak projekta i potrebno je odrediti najkasniji početak projekta. Druga grupa uslova na realnom projektu odnose se na obavljanje aktivnosti. Ovde se razmatraju primeri kada određeni favorizovani izvođač zahteva da njegovo angažovanje ima neku od narednih karakteristika: (a) dati najraniji početak, (b) dati najkasniji završetak, (c) trajanje u datom vremenskom periodu, i (d) minimalno trajanje.. Ilustrativni primeri su rešavani primenom softvera MS Project .

Ključne reči: upravljanje projektom, više učesnika, obavezujući termini, početak projekta, završetak projekta, početak radova učesnika, završetak radova učesnika, period radova učesnika.

Abstract: The paper discusses some specific requirements for project planning. Commonly, for the given start of the project the plan with a minimum duration of the project is determined respecting available resources. However, completion of the project can be defined and it is necessary to determine the latest start of the project. Another group of conditions of the real project are related to the performance of activities. Here are discussed examples when certain favored contractor requests that his engagement has some of the following characteristics: (a) the earliest start given, (b) latest completion given, (c) duration in a given time period and (d) minimum duration... Illustrative examples were solved using the MS Project software.

Keywords: project management, multiple participants, binding terms , project start, project end, start of participants' engagement, completion of participants' engagement, period of participants' engagement.

1. UVOD

Upravljanje projektima je posebno značajna naučna oblast koju izlažu mnogi autori (videti, na primer Hendrickson 2008, Jovanović i dr. 2007, Kerzner 2003, Nikolić i dr. 1998). Ova oblast ima veliku primenu u praksi, posebno kada se izvode složeni infrastrukturni projekti i druge vrste građevinskih objekata koji imaju dugo trajanje i visoke troškove. Na takvim projektima, po pravilu, se angažuje više izvođača i podizvođača specijalizovanih za odgovarajuće vrste radova. Oni često iskazuju određene zahteve (termini početaka ili završetaka radova, period angažovanja i dr.). Svaki projekat je potrebno efiksno planirati u skladu sa stvorenim uslovima za njegov početak, ograničenjima u toku obavljanja projekta (prvenstveno raspoloživim finansijskim sredstvima za odgovarajuće vremenske periode) i zahtevima izvođača. Neophodno je da se usaglase ograničenja na projektu sa parcijalnim ciljevima izvođača i odredi najkraće trajanje projekta, odnosno završetak projekta koji će se ugovoriti sa naručiocem.

Modeliranje problema (obuhvat podataka) i rešavanje (formiranje plana projekta) se vrši primenom standardnog softvera za upravljanje projektima. Pri tome se formira informacioni sistem projekta, uključujući elemente iz daljeg procesa praćenja realizacije i ažuriranja plana projekta (videti, na primer Nikolić i Kurtanović 2013). Na jednom projektu je najčešće potrebno ostvariti više ciljeva (videti, na primer Kurtanović 2007, 2003, 2012). Kod nas se najčešće koriste softverski paketi MS Project i Primavera Project Management koji omogućavaju organizaciju projekta sa više nivoa, na primer: aktivnosti, podgrupe aktivnosti, grupe aktivnost itd. Trajanje aktivnosti definišu potrebni radovi resursa i dodeljeni intenziteti resursa. Dalje se određuje plan sa minimalnim trajanjem projekta kada se definiše početak projekta ili završetak projekta. Podržava se definisanje narednih tipova zavisnosti aktivnosti: (i) *Finish-to-Start*, (ii)

Start-to-Start, (iii) *Finish-to-Finish*, i (iv) *Start-to-Finish*. Za aktivnosti mogu da se postave naredni uslovi: (1) *As Late As Possible*, (2) *As Soon As Possible*, (3) *Finish No Earlier Than*, (4) *Finish No Late Than*, (5) *Must Finish On*, (6) *Must Start On*, (7) *Start No Earlier Than*, i (8) *Start No Later Than*. Kod uslova (3)-(8) je potrebno definisati odgovarajuće datume. Za grupe aktivnosti mogu da se postave uslovi (1), (2) i (7).

U ovom radu razmatramo odabrane probleme sa uslovima za projekat i zahtevima izvođača. Odgovarajući ilustrativni primeri se rešavaju primenom softvera MS Project.

2. DEFINISANJE PROBLEMA I REŠAVANJE PROBLEMA

Razmotrimo projekat sa n aktivnosti A_i , $i \in I = \{1, \dots, n\}$. Angažovano je m izvođača B_j , $j \in J = \{1, \dots, m\}$, i svaki obavlja aktivnosti A_i sa $i \in I_j \subset I$. Pri tome, svaka A_i se dodeljuje samo jednom B_j . Definisanje odgovarajućih problema može da se vrši uvođenjem narednih parametara: t_i - trajanje A_i , $t_i^{r,p}$, $t_i^{k,p}$ - najraniji i najkasniji početak A_i , $t_i^{r,z}$, $t_i^{k,z}$ - najraniji i najkasniji završetak A_i , T_j - trajanje grupe radova B_j , $T_j^{r,p}$, $T_j^{k,p}$ - najraniji i najkasniji početak grupe radova B_j , $T_j^{r,z}$, $T_j^{k,z}$ - najraniji i najkasniji završetak grupe radova B_j , T_p - trajanje projekta, $T_p^{r,p}$, $T_p^{k,p}$ - najraniji i najkasni početak projekta, i $T_p^{r,z}$, $T_p^{k,z}$ - najraniji i najkasni završetak projekta.

Ilustruje se definisanje odabranih problema minimizacije T_p postavljajući samo jedan uslov u svakom problemu. Rešenjem se određuju svi preostali elementi projekta. Na istom projektu je moguće postaviti više uslova. Međutim, problem nema rešenje ako su uslovi međusobno nesaglasni i potrebno je ublažavati neke ili sve uslove u cilju da se odredi prihvatljivo rešenje i kvalitet rešenja u dobroj meri zavisi od inventivnosti analitičara i iskustva stručnjaka za odgovarajuće elemente projekta.

Problem 1. Minimizirati trajanje projekta T_p za dati najraniji početak projekta $T_{p0}^{r,p}$ (1.1) ili najkasniji završetak $T_{p0}^{k,z}$ (1.2):

$$\min T_p, T_p^{r,p} \geq T_{p0}^{r,p} \quad (1.1)$$

$$\min T_p, T_p^{k,z} \geq T_{p0}^{k,z} \quad (1.2)$$

Problem 2. Minimizirati trajanje projekta T_p ako je zadat jedan od uslova: najraniji početak $t_{i0}^{r,p}$ za A_i (2.1.1), najraniji početak $T_{j0}^{r,p}$ za grupu radova B_j (2.1.2), najkasniji završetak $t_{i0}^{k,z}$ za A_i (2.2.1) ili najkasniji završetak $T_{j0}^{k,z}$ za grupu radova B_j (2.2.2),

$$\min T_p, t_i^{r,p} \geq t_{i0}^{r,p}, i \in I \quad (2.1.1)$$

$$\min T_p, T_j^{r,p} \geq T_{j0}^{r,p}, j \in I_j \quad (2.1.2)$$

$$\min T_p, t_i^{k,z} \leq t_{i0}^{k,z}, i \in I \quad (2.2.1)$$

$$\min T_p, T_j^{k,z} \leq T_{j0}^{k,z}, i \in I \quad (2.2.2)$$

Problem 3. Minimizirati trajanje projekta T_p ako je zadat jedan od uslova: najraniji početak $t_{i0}^{r,p}$ i najkasniji završetak $t_{i0}^{k,z}$ za A_i (3.1), i najraniji početak $T_{j0}^{r,p}$ i najkasniji završetak $T_{j0}^{k,z}$ za grupu radova B_j (3.2).

$$\min T_p, t_i^{r,p} \geq t_{i0}^{r,p}, t_i^{k,z} \leq t_{i0}^{k,z}, i \in I \quad (3.1)$$

$$\min T_p, T_j^{r,p} \geq T_{j0}^{r,p}, T_j^{k,z} \leq T_{j0}^{k,z}, j \in I_j \quad (3.2)$$

Problem 4. Istovremeno minimizirati trajanje projekta T_p i trajanje T_j za grupu radova B_j . Nastaje bi-kriterijumski problem.

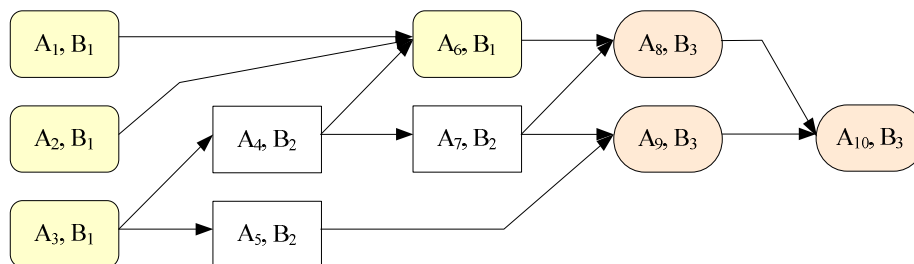
$$\min T_p, \min T_j, j \in I_j \quad (4)$$

3. ILUSTRATIVNI PRIMERI SA PRIMENOM SOFTVERA MS PROJECT

Neka se razmatra projekat sa $n = 10$ aktivnosti A_i koje imaju zavisnosti tipa *Finish to Start*, $i \in I = \{1, \dots, 10\}$. Na projektu je angažovano $m = 3$ izvođača B_j , $j \in J = \{1, 2, 3\}$, tako da je B_1 odgovaran za A_i sa $i \in I_1 = \{1, 2, 3, 6\}$, B_2 za $i \in I_2 = \{4, 5, 7\}$ i B_3 za preostale $i \in I_3 = \{8, 9, 10\}$. Utvrđeni su potrebni polazni podaci za aktivnosti (tabela 1, slika 1). Izrada plana projekta se vrši primenom softvera MS Project i standardnog kalendara (1 sedmica = 5 rad. dana i 1 mes. = 22 rad. dana).

Tabela 1. Polazni podaci projekta za mrežu sa aktivnostima u čvorima

Aktivnosti	Prethodnice	Trajanje (mes.)	Troškovi (n.j.)	Izvođači
i	s	t_i	C_i	j
1	-	4	14	1
2	-	2	12	1
3	-	3	13	1
4	3	2	12	2
5	3	3	13	1
6	1, 2, 4	5	15	2
7	4	3	13	2
8	6, 7	3	13	3
9	5, 7	4	14	3
10	8, 9	1	11	3
Suma		30	130	-

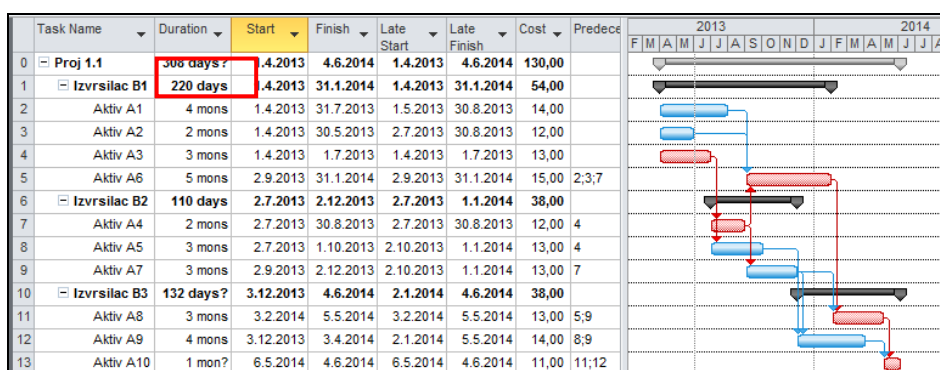


Slika 1. Mrežni dijagram projekta sa $n = 10$ aktivnosti A_i i $m = 3$ učesnika B_j

Problem 1. Zahteva se početak ili završetak projekta

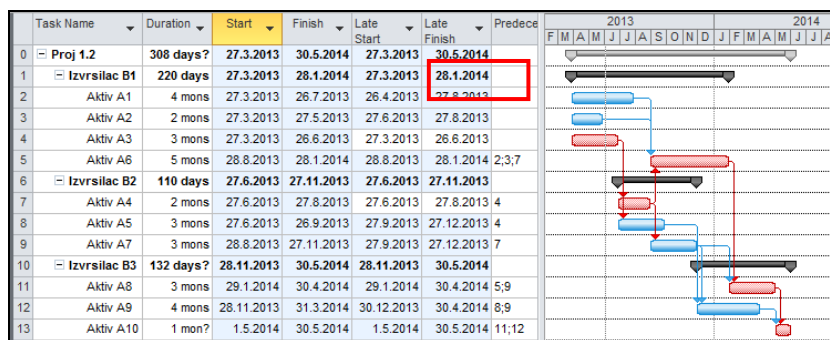
Problem 1.1. Zahteva se početak projekta 1.4.2013. god. Određuje se minimalno trajanje projekta $T^* = 308$ dana ($308:22=14$ mes.) i završetak projekta 4.6.2014. god. (slika 1.1).

Problem 1.2. Zahteva se završetak projekta poslednjeg radnog dana u poslednoj sedmici meseca maj 2014. Definisanjem završetka projekta 30.5.2014 (petak) se određuje početak projekta sredu 27.3.2013 (slika 1.2). Ako se uslovljava početak projekta na početku sedmice, odnosno 25.3.2013 (ponedeljak), nastaje završetak 28.5.2014 (sreda).



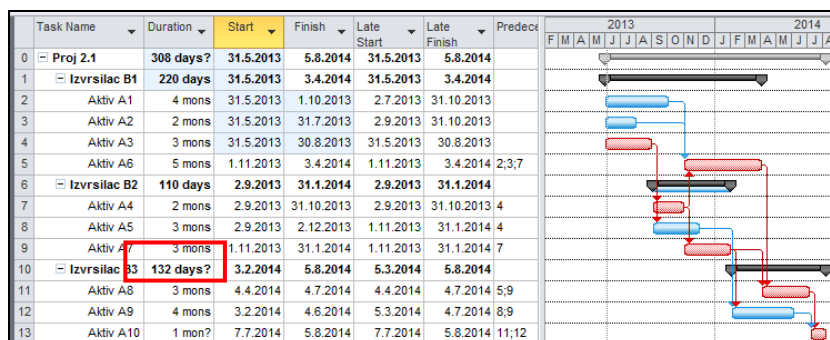
Slika 1.1. Plan projekta sa početkom 1.4.2013, završetkom 4.6.2014 i minimalnim trajanjem 308 dana

Problem 2. Zahteva se najraniji početak ili najkasniji završetak obavljanje određene aktivnosti ili nekog skupa aktivnosti. Razmotrimo aktivnosti izvođača B_2 koji se favorizuje u odnosu na ostale izvođače. Kada projekat ima početak 1.4.2013 i $T^* = 330$ dana (slika 1.1), ovaj izvođač ima vreme angažovanja 110 dana, najraniji i najkasniji početak radova 2.7.2013, najraniji završetak radova 2.12.2013 i najkasniji završetak radova 1.1.2014. Napred definisani problemi 2.2.1 i 2.2.2 se u nastavku numerišu sa 2.1 i 2.2, respektivno.



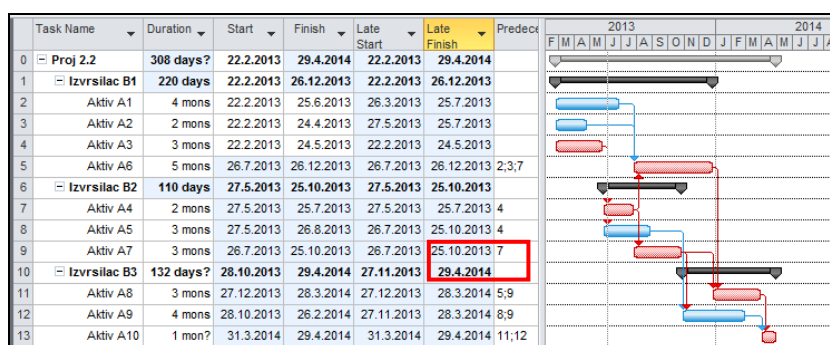
Slika 1.2. Zahtev da se projekat završi 30.5.2014 određuje početak projekta 27.3.2013

Problem 2.1. Zahteva se da početak radova za B_2 ne bude ranije od 2.9.2013 (kasnije od 2.7.2013 iz polaznog plana 1.1). Time se projektu pomera završetak na 8.7.2014 i produžava trajanje na $352 > T^* = 308$ dana. Uočava se da projekat ima najkasniji početak 31.5.2013 (petak). Kako aktivnosti na MD imaju najranije početke, postoje dve pauze na projektu: (1) od završetka nekritične A_1 do početka kritične A_3 koja zavisi od A_1 i (2) između nekritične A_3 i njene kritične sledbenice A_1 . Definisanjem da početak projekta bude 31.5.2013 nastaje plan sa $T^* = 308$ dana (slika 2.1). Inače, ako se zahteva da projekat ima početak u ponedeljak 3.6.2013, a ne u petak 31.5.2013, određuje se početak radova 3.9.2013 za B_2 i završetak projekta 6.8.2014.



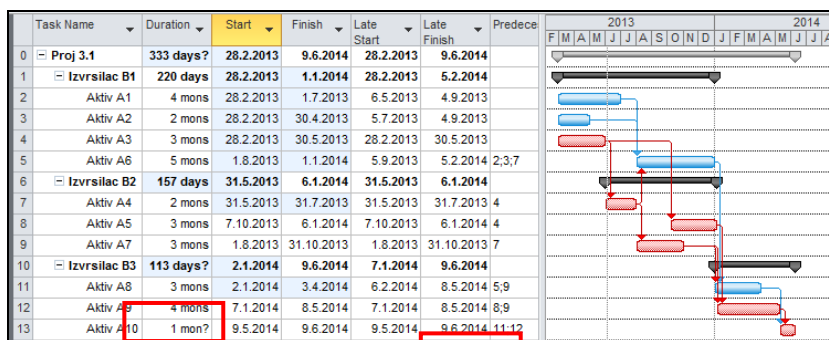
Slika 2.1. Zahtev da radovi za B_2 započnu ne ranije od 2.9.2013 određuju početak projekta 31.5.2013

Problem 2.2. Zahteva se da završetak radova za B_2 ne bude kasniji od kraja oktobra 2013 (pre najranijeg završetka 2.12.2013 iz plana 1.1). Očigledno je da projekat ne može da započne 1.4.2013. Softver prikazuje početak projekta 1.4.2013 iz plana 1.1, upozorava na konflikt u toku analize vremena sa navedenim zahtevom i proračunava najkasniji početak projekta 22.2.2013. Zato je potrebno definisati početak projekta 22.2.2013 i softver određuje odgovarajući plan projekta u kome radovi B_2 počinju 27.5.2013 (slika 2.2).



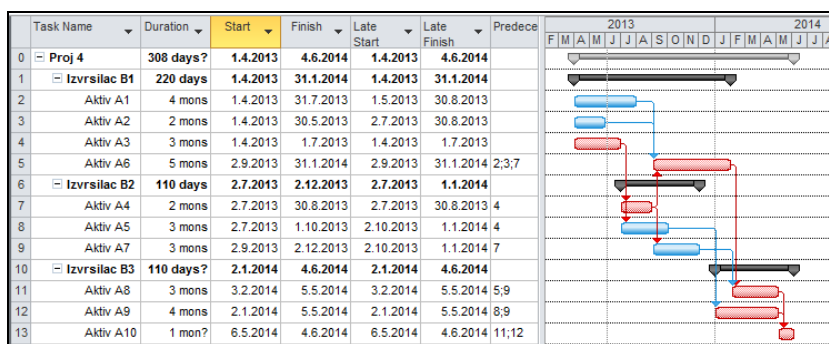
Slika 2.2. Zahtev da se radovi za B_2 završe ne kasnije od 25.10.2013 određuju početak projekta 22.2.2013

Problem 3. Zhteva se da A_5 ima najraniji početak 7.10.2013 (posle najkasnijeg početka 2.10.2013 iz plana 1.1) i A_7 najkasniji završetak 31.10.2013 (pre najkasnijeg završetka 1.1.2014 iz plana 1.1). Određuje se početak projekta 28.2.2013 i trajanje projekta se uvećava sa $T^* = 308$ na 333 dana (slika 3.1).



Slika 3.1. Zahtev 7.10.2013 za najraniji početak A_9 i 7.10.2013 za najkasniji završetak A_7 određuje da projekat ima početak 28.2.2013 i trajanje 333 dana

Problem 4. Zahteva se minimalno vreme angažovanja učesnika B_3 . Uočimo da B_3 obavlja poslednje tri aktivnosti na projektu. Kada projekat ima početak 1.4.2013 i $T^*=330$ dana (slika 1.1), ovaj izvođač ima vreme angažovanja 132 dana sa najranijim početkom 3.12.2013 i najkasnijim početkom 2.1.2014. Aktivnosti A_8 i A_{10} su kritične, dok A_9 nije kritična i ima najkasniji početak 2.1.2014. Definisanjem da se A_9 obavi što kasnije, ona postaje kritična sa početkom 2.1.2014 i određuje se minimalno trajanje 110 dana za grupu radova B_3 (slika 4). Isto vreme angažovanja ima i B_2 .



Slika 4. Minimalno trajanje radova za B_2 iznosi 110 dana, manje od 132 dana u polaznom planu kada radovi imaju najranije početke

Troškovi se proračunavaju polazeći od najnižeg nivoa projekta. Cene korišćenih resursa formiraju troškove aktivnosti, troškovi izvođača nastaju sa troškovima njegovih aktivnosti i troškovi izvođača (odnosno svih aktivnosti) čine troškove projekata. Daju se dve ilustracije troškova za rešenje problema 4 (slika 5.1, 5.2 i 5.3).

Task Name	Cost	2013												2014			
		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	
0 Proj 4	130,00	13,83	14,19	7,12	14,19	10,33	11,14	7,87	7,00	3,20	6,64	7,12	7,48	7,83	10,57	1,50	
1 Izvrsilac B1	54,00	13,83	14,19	7,12	3,86		2,86	3,14	2,86	3,00	3,14						
2 Aktiv A1	14,00	3,50	3,66	3,18	3,66												
3 Aktiv A2	12,00	6,00	6,00														
4 Aktiv A3	13,00	4,33	4,53	3,94	0,20												
5 Aktiv A6	15,00						2,86	3,14	2,86	3,00	3,14						
6 Izvrsilac B2	38,00				10,33	10,33	6,28	4,73	4,14	0,20							
7 Aktiv A4	12,00				6,00	6,00											
8 Aktiv A5	13,00				4,33	4,33	4,14	0,20									
9 Aktiv A7	13,00						4,14	4,53	4,14	0,20							
10 Izvrsilac B3	38,00										3,50	7,12	7,48	7,83	10,57	1,50	
11 Aktiv A8	13,00										3,94	4,14	4,33	0,59			
12 Aktiv A9	14,00										3,50	3,18	3,34	3,50	0,48		
13 Aktiv A10	11,00														9,50	1,50	

Slika 5.1. Ukupni i mesečni troškovi za aktivnosti, izvršioce i projekat

4. ZAKLJUČAK

U radu je prvo ukazano na planiranje projekta kada je zadat početak ili završetak projekta. Zatim su na projektu sa više izvođača radova izloženi odabrani problemi definisanja ograničenja za raspored aktivnosti. Pri tome su uključeni zahtevi za termine kada će izvođači započeti ili prestati sa učešćem na projektu. Posebno je razmatrana minimizacija vremena angažovanja izvođača.

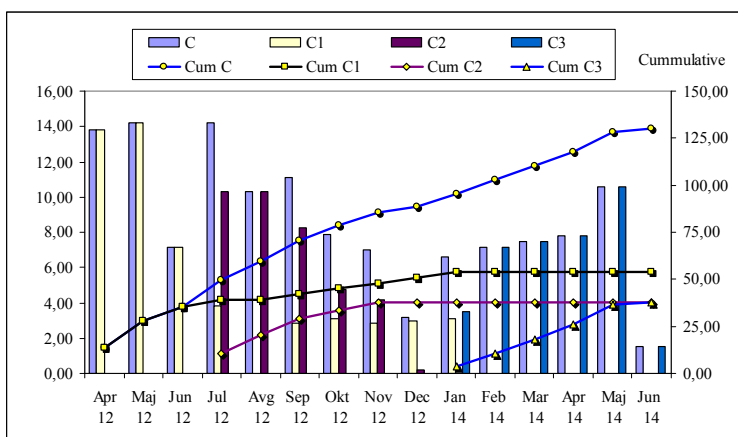
Definisani su odgovarajući matematički modeli problema i prikazani ilustrativni primeri određivanja planova projekta primenom softvera MS Project.

Task Name	Cost	Details	2013												
			Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec				
0 Proj 4	130,00	Cost	13,83	14,19	7,12	14,19	10,33	11,14	7,87	7,00	3,20				
		Cum. Cost	13,83	28,02	35,14	49,33	59,67	70,80	78,67	85,67	88,86				
1 Izvršilac B1	54,00	Cost	13,83	14,19	7,12	3,86		2,86	3,14	2,86	3,00				
		Cum. Cost	13,83	28,02	35,14	39,00	39,00	41,86	45,00	47,86	50,86				
6 Izvršilac B2	38,00	Cost				10,33	10,33	8,28	4,73	4,14	0,20				
		Cum. Cost				10,33	20,67	28,94	33,67	37,80	38,00				
10 Izvršilac B3	38,00	Cost													

Task Name	Cost	Details	2014												
			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
0 Proj 4	130,00	Cost	6,64	7,12	7,48	7,83	10,57	1,50							
		Cum. Cost	95,50	102,62	110,10	117,93	128,50	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00
1 Izvršilac B1	54,00	Cost	3,14												
		Cum. Cost	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
6 Izvršilac B2	38,00	Cost													
		Cum. Cost	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00
10 Izvršilac B3	38,00	Cost	3,50	7,12	7,48	7,83	10,57	1,50							
		Cum. Cost	3,50	10,62	18,10	25,93	36,50	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00

Zsavršetak 4.6.2014

Slika 5.2. Ukupni troškovi, mesečni troškovi i akumulirani mesečni troškovi za projekat i izvođače



Slika 5.3. Pregled troškova projekta i izvođača: ukupni troškovi, mesečni troškovi i akumulirani mesečni troškovi

LITERATURA

- [1] Hendrickson, C. (2008). Project Management for Construction, Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, <http://pmbook.ce.cmu.edu/>.
- [2] Jovanović, P. i dr. (2007). Program menadžment, Fakultet organizacionih nauka, Beograd.
- [3] Kerzner, H. (2003). Project management – A systems approach to planning, sheduling and controlling, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- [4] Nikolić, I. i dr. (1998). Upravljanje projektima i primena softvera CA-SuperProject 2, Institut za bakar, Bor.
- [5] Nikolić I., Kurtanović O. (2013, 3-6 septembar), Informacioni sistem procesa upravljanja projektom primenom softvera MS Project, YuInfo 2013, XIX konferencija iz oblasti informacionih i komunikacionih tehnologija, Kopaonik, str. 144-148. <http://www.e-drustvo.org/proceedings/YuInfo2013/html/pdf/770.pdf>
- [6] Kurtanović O. (2007, 13-14 juni). Višekriterijumska optimizacija vremena i resursa projekta sa softverom MS Project, ICDQM 2007, 10. Međunarodna konferencija - Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, Beograd, 13-14 jun 2007., str. 766-770.
- [7] Kurtanović O. (2003, 26-28 novembar). Upravljanje jednim projektom kao problem višekriterijalnog odlučivanja – modeli i softverska podška, iNDiS 2003 - Planiranje, projektovanje, građenje i obnova graditeljstva, IX Nacionalni i III Međunarodni naučni skup, str. 235-242.
- [8] Kurtanović O. (2012). Višekriterijumska optimizacija u procesu upravljanja projektom, Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Sarajevo.



UTVRĐIVANJE VISINE KNJIGOVODSTVENOG BLAGAJNIČKOG MAKSIMUMA U JEDINICAMA VOJSKE SRBIJE KORIŠĆENJEM VIŠEKRITERIJUMSKE OPTIMIZACIJE

DETERMINATION OF MAXIMUM CARRYING CASH SERBIAN ARMY UNITS IN USE MULTICRITERIA OPTIMIZATION

IVAN MILOJEVIĆ¹, MILAN MIHAJLOVIĆ², SLOBODAN ANDŽIĆ¹

¹ Univerzitet odbrane, Vojna akademija, Beograd, drimiloevic@gmail.com

² Univerzitet odbrane, Vojna akademija, Beograd, milan.mih83@gmail.com

² Beogradska poslovna škola, Beograd, drsloa@yahoo.com

Rezime: Normalno obavljanje finansijskog poslovanja u sistemu odbrane od presudnog je značaja za izvršavanje postavljenih zadataka. Obavljanje platnog prometa gotovinom je pored bezgotovinskog platnog prometa veoma značajno, ako se uzme u obzir specifičnost sistema odbrane. Uz ograničena finansijska sredstva optimizacija nivoa blagajničkog maksimuma treba da obezbedi kontinuirano finansiranje jedinica i ustanova u sistemu odbrane. Cilj ovog rada je da se pokaže kako primenom metode analitičko hijerarhijskih procesa (AHP) može da se pomogne optimizaciji raspoređivanja gotovinskih finansijskih sredstava u okviru sistema odbrane.

Ključne reči: odlučivanje, knjigovodstvo, blagajničko poslovanje, kriterijum, alternativa,.

Abstract: Normal practice of financial management in the defense system is crucial for the performance of assigned tasks. Payment transactions in cash, in addition to non-cash payment system is very important if we take into account the specificity of the defense system. With limited financial resources optimization level of petty cash limit should provide continuous funding units and institutions of the defense system. The aim of this paper is to show that using the method of analytic hierarchy process (AHP) can help optimize the allocation of cash financial funds within the defense system.

Keywords: decision making, bookkeeping, cash transactions, criteria, alternatives

1. UVOD

Jedan od osnovnih izazova sa kojima se suočavaju ljudi u svakodnevnim situacijama jeste kako doneti pravu odluku za posmatrani problem. Jedan od načina je primena višekriterijumske optimizacije, koja nudi niz reprezentativnih metoda za donošenje prave odluke. Metoda analitičko hijerarhijskih procesa (AHP) je jedna od najpoznatijih i veoma primenjivanih metoda za višekriterijumsko odlučivanje, kada se odluka donosi na osnovu većeg broja kriterijuma i u višestrukim vremenskim periodima. Upravo će se ova metoda koristiti u radu za određivanje relativnih težina kriterijuma i optimalnog rešenja problema, odnosno određivanja visine blagajničkog maksimuma jedinica Vojske Srbije (VS).

Cilj ovog rada je da se racionalnim i naučno utemeljenim pristupom pokaže način rešavanja problema odlučivanja, primenom višekriterijumske optimizacije prilikom utvrđivanja iznosa blagajničkog maksimuma u jedinicama VS. Upravo aplikativni aspekt rada je osnovni doprinos koji treba da proizađe iz razrađenog primera. Višekriterijumsko odlučivanje ima ključnu ulogu u mnogim stvarnim životnim problemima. Ovo je potvrđeno u praksi bilo da se radi o državnim organima, rukovodiocima u preduzeću ili bilo kojoj drugoj delatnosti, pošto se svi suočavaju sa situacijama da biraju između nekih alternativa najbolju, a na osnovu postojećih kriterijuma. U radu se daje empirijska analiza višekriterijumskog problema sa kojim se sreću rukovodioci u sistemu odbrane, uz preporuku za kreiranje i implementaciju modela koji će unaprediti sam proces odlučivanja.

2. ORGANIZACIJA BLAGAJNIČKOG POSLOVANJA U VOJSCI SRBIJE

Oblast finansijskog poslovanja u VS uređena je nizom normativnih akata, od kojih svaki u svom demenu reguliše obavljanje određenih radnji i postupaka. Jedan od najznačajnijih propisa je Pravilnik o finansijskom

poslovanju u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije (SVL 17/2011) u kojem je između ostalog i regulisano obavljanje knjigovodstvenog blagajničkog poslovanja.

Vojaska Srbije, kao direktni korisnik budžetskih sredstava obezbeđena novčana sredstva može da koristi za sledeće namene (Milojević, 2011):

- nabavku sredstava, radova i usluga;
- plaćanje personalnih troškova i
- u posebne namene.

Stanje i svrha korišćenja odobrenih novčanih sredstava mora stalno da se prati i da bude evidentirana na odgovarajući način. Posebno značajna jesu novčana sredstva koja moraju biti obezbeđena svakodnevno za manje isplate u jedinicama, kako bi se obezbedilo normalno funkcionisanje. Zbog toga je organizovano na nivou svake jedinice blagajničko poslovanje, a realizacija se vrši preko blagajni koje su ustanovljene formacijom.

Blagajničko poslovanje obuhvata preuzimanje, čuvanje i izdavanje gotovog novca, odnosno promet gotovine. Treba imati u vidu da je propisima ograničena isplata u gotovini do određenog propisanog iznosa. Kako bi se sprečilo nagomilavanje novca u blagajni, utvrđuje se blagajnički maksimum, koji predstavlja najveći iznos gotovog novca koji sme da se drži u blagajni. Visina blagajničkog maksimuma je određena rešenjem Načelnika Uprave za budžet Ministarstva odbrane. Članom 39. Pravilnika o finansijskom poslovanju u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije (SVL 17/2011) uređeno je da naredbodavac korisnika sredstava ovlašćuje lice za preuzimanje gotovine na način i postupak utvrđen propisom o sistemu izvršenja budžeta.

Jedan od problema koji je prisutan u radu organa finansijske službe, koji neposredno donose odluke u Upravi za budžet, jeste koliki blagajnički maksimum odrediti svakoj jedinici. Upravo cilj ovog rada je da se pomogne u rešavanju pomenutog problema, korišćenjem postupka višekriterijumske optimizacije.

3. METODE VIŠEKRITERIJUMSKE ANALIZE

Postoje brojne metode za rešavanje modela višekriterijumskog odlučivanja koje se mogu podeliti na osnovu više kriterijuma, a kao najbolje u današnje vreme se izdvajaju:

- metod ELECTRE;
- metod PROMETHEE;
- metod AHP (analitičko hijerarhijskih procesa);
- metoda TOPSIS;
- metoda SAW i dr.

Posebna pažnja u ovom radu biće posvećena AHP metodi koja predstavlja metodu višekriterijumskog odlučivanja, kreiranu radi pružanja pomoći donosiocima odluka u rešavanju kompleksnih problema odlučivanja u kojima učestvuje veći broj donosioca odluka, veći broj kriterijuma i u višestrukim periodima. Metodološki posmatrano AHP je višekriterijumska tehnika koja se zasniva na razlaganju složenog problema u hijerarhiju. Cilj se nalazi na vrhu hijerarhije, dok su kriterijumi, podkriterijumi i alternative na nižim nivoima. AHP drži sve delove hijerarhije u vezi, tako da je jednostavno videti kako promena jednog kriterijuma utiče na ostale kriterijume.

Proces rešavanja problema odlučivanja često je veoma kompleksan zbog prisustva konfliktnih ciljeva među raspoloživim kriterijumima ili alternativama. Problem je izabrati alternativu koja će na najbolji način zadovoljiti postavljene ciljeve. Oblast primene ove metode je višekriterijumsko odlučivanje gde se na osnovu definisanog skupa kriterijuma i vrednosti atributa za svaku alternativu vrši izbor najprihvatljivije. Radi lakše primene ove metode razvijen je softverski alat iz sistema za podršku odlučivanju Expert Choice.

Proces realizacije AHP metode obuhvata četiri osnovne faze (Čupić i Suknović, 2010):

- Strukturiranje problema koje se sastoji od dekomponovanja bilo kog kompleksnog problema odlučivanja u seriju hijerarhija, gde svaki nivo predstavlja manji broj upravljivih atributa. Oni se potom dekomponuju u drugi skup elemenata koji odgovara sledećem nivou. Ovakvo hijerarhijsko strukturiranje bilo kog problema odlučivanja na ovaj način je efikasan put suočavanja sa kompleksnošću realnih problema i identifikovanja značajnih atributa u cilju dostizanja sveukupnog cilja problema.
- Prikupljanje podataka je početak druge faze metode AHP. Donosilac odluke dodeljuje relativne ocene u parovima atributa, jednog hijerarhijskog nivoa i to za sve nivoe celokupne hijerarhije. Najpoznatija skala koja se koristi za dodeljivanje težina je Saaty-jeva skala devet-tačaka.
- Ocenjivanje relativnih težina podrazumeva da se matrica poređenja, po parovima, prevodi u probleme određivanja sopstvenih vrednosti, radi dobijanja normalizovanih i jedinstvenih sopstvenih vektora, sa težinama za sve attribute na svakom nivou hijerarhije.

- Određivanje rešenja problema je poslednja faza koja podrazumeva nalaženje tzv. kompozitnog normalizovanog vektora. Nakon što se odredi vektor redosleda vrednosti kriterijuma u modelu, u narednom krugu je potrebno da se odredi u okviru svakog posmatranog kriterijuma, redosled važnosti alternativa u modelu s obzirom na istu proceduru.

3.1. Formulisanje matematičkog modela višekriterijumskog odlučivanja

Model višekriterijumskog odlučivanja ima sledeću matematičku formulaciju (Čupić i Suknović, 2010):

$$\max [f_1(x), f_2(x), \dots, f_p(x)], p \geq 2 \quad (1)$$

pri ograničenjima:

$$g_i(x) \leq 0, i = \overline{1, m}$$

$$x_j \geq 0, j = \overline{1, n}$$

gde je:

n – broj promenljivih;

p – broj funkcija kriterijuma;

m – broj ograničenja;

X – n-dimenzionalni vektor promenljivih $x_j, j = \overline{1, n}$

f_k - funkcije (cilja) kriterijuma, $k = \overline{1, p}$

$g_i(x)$ – skup ograničenja, $i = \overline{1, m}$

Treba naglasiti da se vrši maksimizacija vektora funkcije cilja pri zadatim ograničenjima, pošto se kriterijumi minimizacije mogu prevesti u kriterijume maksimizacije, i to:

$$\max f_r(x) = -\min [-f_r(x)], r \in (1, p) \quad (2)$$

Rešavanjem gore navedenog modela dobija se skup dopustivih rešenja, vektor X koji pripada skupu prirodnih brojeva $X \in R^n$, za koji važi:

$$X = [x | g_i(x) \leq 0, i = \overline{1, m}, x_j \geq 0, j = \overline{1, n}] \quad (3)$$

Ovako dobijenom skupu rešenja X, odgovara skup vrednosti funkcije kriterijuma, odnosno vektor $f(x)$, tako da se skup dopustivih rešenja X može preslikati u kriterijumski skup S:

$$f(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_p(x)] \quad (4)$$

$$S = [f(x) | x \in X] \quad (5)$$

3.2. Definisane pojmove u problemu odlučivanja

Definisanje kriterijuma zauzima važno mesto u postupku odlučivanja o izboru visine blagajničkog maksimuma koji se određuje jedinicama. Kriterijum kao pojam se odnosi na attribute koji su vezani za alternative između kojih vršimo odabir. Mogu se podeliti na kvalitativne i kvantitativne kriterijume u zavisnosti od stepena merljivosti. Kvantitativni kriterijumi su oni koji se mogu precizno meriti i izražavaju se različitim mernim jedinicama. Kvalitativni kriterijumi su oni koji se ne mogu numerički izraziti. Oni se mogu svrstati u dve podgrupe: atributi čije vrednosti ne mogu precizno da se mere, ali se ipak mogu ragirati po „intenzitetu“ i atributi na osnovu kojih ne može da se vrši nikakvo kvantitativno poređenje alternativa. Postoji dosta načina za prevođenje kvalitativnih vrednosti kriterijuma u kvantitativne. Najčešće korišćene skale su: redna skala, interval skala i skala odnosa. Drugi kriterijum koji se takođe koristi za podelu kriterijuma odlučivanja jeste smer korelacije njihovih vrednosti i korisnosti koje pružaju. Prema smeru slaganja se razlikuju (Pavličić, 2010):

- Prihodni kriterijumi;
- Rashodni kriterijumi i
- Nemonotoni kriterijumi.

U procesu posmatranog izbora stoji na raspolaganju veći broj kriterijuma, koji su manje ili više važni i na početku precizno definisani, a u našem slučaju to su: udaljenost jedinice od Računovodstvenog centra, nivo jedinice, veličina jedinice i vrsta jedinice. Alternative su rešenja koja se pojavljuju kao izbor i između kojih se bira najbolja. Radi jednostavnosti prikaza uzete su u razmatranje tri jedinice VS između kojih se vrši odabir kojoj dodeliti najveći blagajnički maksimum. One poseduju karakteristike koje odgovaraju kriterijumima koji su unapred definisani.

4. PRIMENA AHP METODE U VIŠEKRITERIJUMSKOJ OPTIMIZACIJI UTVRĐIVANJA VISINE KNJIGOVODSTVENOG BLAGAJNIČKOG MAKSIMUMA

Postupak utvrđivanja iznosa blagajničkog maksimuma u jedinicama VS koje su izvršioi odobrenog plana finansijskih sredstava, predstavlja problem koji ćemo pokušati da realizujemo korišćenjem metoda višekriterijumske optimizacije. Olakšavajuća okolnost prilikom korišćenja bilo koje metode višekriterijumskog odlučivanja jeste činjenica da su sve softverski podržane, a kod nas se pomenuti softveri mogu naći na internet adresi: www.odlucivanje.fon.rs. Međutim direktno u ovom radu akcenat nije stavljen na primenu softvera već na logičko-matematičku postavku problema.

Opravdanost ovog rada se može ontološki potkrepiti činjenicama svrsishodnosti optimizacije određenja visine blagajničkog maksimuma od strane nadležnog organa u okviru sistema odbrane, odnosno da se pokaže kako se u praksi korišćenjem ovih metoda može doći do optimalnog rešenja. Takođe bitan zahtev koji će se na ovaj način zadovoljiti jeste naučna zasnovanost sprovedenog postupka odlučivanja.

Pretpostavka u ovom problemu je određivanje visine blagajničkog maksimuma u knjigovodstvene svrhe radi održanja permanentne likvidnosti krajnjih korisnika finansijskih sredstava u jedinicama VS. Za nalaženje optimalnog rešenja navedene pretpostavke koristiće se četiri kriterijuma u odnosu na koje će se posmatrati tri ponudene alternative.

Kriterijumi u ovom problemu su:

K₁ – Udaljenost jedinice od Računovodstvenog centra (RC) je jedan od kriterijuma koji se uzima za određenje visine blagajničkog maksimuma, koji predstavlja kriterijum maksimizacije. Potrebno je određenje lokacijske udaljenosti posmatrane jedinice od RC zbog vremenskog intervala u kome se dokumenta od jedinice dostavljaju RC. Primera radi neke jedinice zbog fizičke udaljenosti samo dva puta nedeljno dostavljaju knjigovodstvena dokumenta što otežava pravdanje utrošenih kao uslov novoodobrenih gotovinskih sredstava.

K₂– Nivo jedinice u skladu sa Odlukom o ovlašćenjima za raspolaganje i zamenu pokretnih stvari i nabavku radova i usluga u MO i VS (SVL 12/2011). Ovom Odlukom naredbodavci korisnika sredstava između kojih su i gotovinska sredstva imaju ovlašćenja delegirana od strane Ministra odbrane u vezi raspolaganja. S tim u vezi zavisno od stepena samostalnosti za raspolaganje sredstvima potrebna je veća ili manja količina gotovinskih sredstava, jedinice ćemo posmatrati kao naredbodavac 1 (najniži stepen ovlašćenja), naredbodavac 2 (srednji stepen ovlašćenja) i naredbodavac 3 (najviši stepen ovlašćenja).

K₃ –Veličina jedinice predstavlja kriterijum maksimizacije, a odnosi se na brojno stanje jedinice koje značajno utiče na visinu blagajničkog maksimuma usled porasta personalnih izdataka. Personalni izdaci uslovno progresivno rastu usled povećanja rojnog stanja mirnodopske i ratne formacije.

K₄–Vrsta jedinice određuje se u zavisnosti od sastava i namene određene jedinice, odnosno ustanove. U okviru ovog kriterijuma značajno je prilikom određivanja iznosa blagajničkog maksimuma odrediti stepen značajnosti količine gotovog novca kao instrumenta za održavanje kontinuirane likvidnosti u cilju podrške permanentnog stepena borbene gotovosti jedinice VS. Kao uslov za određenje visine blagajničkog maksimuma značajno je tazlikovati jedinice pešadije, artiljerije, oklopne, specijalne, logističke i dr.

Matrica odlučivanja u ovom slučaju prikazana je u tabeli 1:

Tabela 1: Matrica odlučivanja

Alternative	Kriterijumi			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
Jedinica 1	360	Naredbodavac 2	2300	pešadijska
Jedinica 2	150	Naredbodavac 1	500	oklopna
Jedinica 3	90	Naredbodavac 3	80	logistička

Kvantifikovanjem ove matrice, korišćenjem Saaty-jeve skale sa devet tačaka za dodeljivanje težina dobija se sledeća matrica:

Tabela 2: Kvantifikovani ulazni podaci

Alternative	Kriterijumi			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
Jedinica 1	360	5	2300	5
Jedinica 2	150	3	500	7
Jedinica 3	90	9	80	9

4.1. Procena relativnih težina kriterijuma

Na početku obrade problema potrebno je poći od određivanja relativnih težina kriterijuma, odnosno značajnosti kriterijuma. Za procenu relativnih težina kriterijuma koristiće se Saaty-jeva skala (Saaty, 1980).

Tabela 3: Procena relativnih težina kriterijuma

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
K ₁	1	(5)	(4)	(7)
K ₂	5	1	4	(5)
K ₃	4	(4)	1	(6)
K ₄	7	5	6	1
Σ	17	6,45	11,25	1,51

Tabela 4: Računanje sopstvenog vektora odgovarajućih sopstvenih vrednosti

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	Σ	W(Σ/4)
K ₁	0,059	0,031	0,022	0,092	0,204	0,051
K ₂	0,294	0,155	0,355	0,132	0,936	0,234
K ₃	0,235	0,039	0,089	0,113	0,476	0,119
K ₄	0,412	0,775	0,533	0,662	2,382	0,595

Na osnovu podataka dobijenih procenom relativnih težina kriterijuma treba sagledati istim postupkom i alternative. Međusobno poređenje alternativa takođe će se vršiti Saaty-jevom skalom. Nakon formiranja tabela upoređivanja težina u parovima za svaku alternativu sledi računanje sopstvenog vektora.

Tabela 5: Računanje sopstvenog vektora odgovarajućih sopstvenih vrednosti (Udaljenost jedinice od RC)

	Jedinica 1	Jedinica 2	Jedinica 3	Σ	W(Σ/3)
Jedinica 1	1	9	7	2,329	0,776
Jedinica 2	(9)	1	(3)	0,205	0,068
Jedinica 3	(7)	3	1	0,465	0,155

Tabela 6: Računanje sopstvenog vektora odgovarajućih sopstvenih vrednosti (Nivo jedinice)

	Jedinica 1	Jedinica 2	Jedinica 3	Σ	W(Σ/3)
Jedinica 1	1	5	(7)	0,569	0,189
Jedinica 2	(5)	1	(9)	0,180	0,060
Jedinica 3	7	9	1	2,251	0,750

Tabela 7: Računanje sopstvenog vektora odgovarajućih sopstvenih vrednosti (Veličina jedinice)

	Jedinica 1	Jedinica 2	Jedinica 3	Σ	W(Σ/3)
Jedinica 1	1	7	9	2,251	0,750
Jedinica 2	(7)	1	5	0,569	0,189
Jedinica 3	(9)	(5)	1	0,180	0,060

4.2. Određivanje rešenja problema

Pošto se izvrši procena relativnih težina alternativa u odnosu na svaki kriterijum pristupa se određivanju visine blagajničkog maksimuma posmatranih jedinica. Izbor jedinica se vrši na osnovu dobijenih sopstvenih vektora alternativa i prethodno dobijenih sopstvenih vektora kriterijuma. Ukupni prioriteta alternativa se

dobijaju tako što se za svaku alternativu množi njena težina u okviru posmatranog kriterijuma redom i na kraju se dobijeni rezultati saberu.

Tabela 8: Računanje sopstvenog vektora odgovarajućih sopstvenih vrednosti (Vrsta jedinice)

	Jedinica 1	Jedinica 2	Jedinica 3	Σ	$W(\Sigma/3)$
Jedinica 1	1	(5)	(7)	0,215	0,072
Jedinica 2	5	1	(5)	0,695	0,232
Jedinica 3	7	5	1	2,089	0,696

Tabela 9: Određivanje visine blagajničkog maksimuma

	K_1	K_2	K_3	K_4	Ukupni prioriteta alternativa
	0,051	0,234	0,119	0,595	
Jedinica 1	0,776	0,189	0,750	0,072	0,216
Jedinica 2	0,068	0,060	0,189	0,232	0,178
Jedinica 3	0,155	0,750	0,060	0,696	0,604

Iz tabele 9 može se videti da nakon sprovođenja postupka AHP metode, za dati primer, redosled alternativa bi bio sledeći: "Jedinica 1" (22%), "Jedinica 2" (18%), "Jedinica 3" (60%), iz čega se vidi da bi najbolja odluka bila da se dodeli najveći blagajnički maksimum "Jedinici 3".

5. ZAKLJUČAK

Svi – pojedinci, političari, stručnjaci, poslovni ljudi svakodnevno razmatraju i donose male i velike odluke- odluke koje se tiču pojedinaca, porodica, poslovnih sistema ili društvenih zajednica- regiona, država pa i sveta u celini. Za najveći broj slučajeva, odnosno problema koji se rešavaju postoji više rešenja. Ali, pitanje koje se postavlja jeste koje rešenje odabrati? Onaj koji razmatra i donosi odluku uzima u obzir više aspekata problema koji rešava: neki razlozi govore u korist donošenja odluke na jedan način, ali drugi razlozi pak govore da se ovakva odluka preispita i često izmeni.

Tako i praksa rešavanja problema u sistemu odbrane pokazuje da se mogu rešiti na različite načine uvažavajući odgovarajuće kriterijume. Mogućnost korišćenja niza reprezentativnih metoda koje stoje na raspolaganju prilikom donošenja odluke o visini blagajničkog maksimuma posebno olakšava posao i podiže stepen kvaliteta odluke na jedan viši nivo. Upravo na primeru korišćenja AHP metode u odabiru jedinice kojoj treba dodeliti najveći blagajnički maksimum je pokazano kako na dosta jednostavan način preciznim postupkom može da se donese odluka, a da se pri tome uvažavaju svi postavljeni kriterijumi na osnovu kojih se vrši odabir. Takođe je na ovaj način pokazano da postoje značajni argumenti da ovaj postupak bude zasnovan na naučnim osnovama.

U konkretnom problemu (formulisanim kriterijumima, pretpostavljenim ulaznim podacima) lica koja odlučuju u sistemu odbrane, koja treba da donesu odluku o najvećoj visini blagajničkog maksimuma, neće napraviti grešku ukoliko se ta odluka odnosi na izbor alternative "Jedinica " 3. Ovakva odluka je proizašla iz sprovedenog metodološkog postupka primene AHP metode, gde je na naučno-prihvatljiv i pouzdan način dobijeno rešenje višekriterijumskog problema.

LITERATURA

- [1] Milojević, I., (2011) *Računovodstvo*, Centar za ekonomska i finansijska istraživanja, Beograd, str. 198
- [2] Nikolić, I., Borović S., (1996) *Višekriterijumska optimizacija: metode, primena u logistici, softver*, Centar vojnih škola Vojske Jugoslavije, Beograd
- [3] Odluka o ovlašćenjima za raspolaganje i zamenu pokretnih stvari i nabavku radova i usluga u MO i VS (SVL 12/2011 i dr.).
- [4] Pavličić, D., (2010) *Teorija odlučivanja*, Ekonomski fakultet Beograd, Beograd, str. 176.
- [5] Pravilnik o finansijskom poslovanju u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije (SVL 17/2011 i dr.).
- [6] Čupić, M., Suknović M., (2010) *Odlučivanje*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 240-241.



RASPOREĐIVANJE PEDIJATRIJSKIH SESTARA PRIMENOM CILJNOG PROGRAMIRANJA

PEDIATRIC NURSE SCHEDULING USING GOAL PROGRAMMING

NEBOJŠA NIKOLIĆ¹, DRAGANA MAKAJIĆ-NIKOLIĆ¹, RUŽICA NIKOLIĆ², MINJA MARINOVIĆ¹

¹ Fakultet organizacionih nauka, Beograd, sigma@fon.bg.ac.rs

² KBC Zvezdara, Odeljenje Neonatologije, Beograd

Rezime: U ovom radu je predstavljen problem raspoređivanja pedijatrijskih sestara na odeljenju Neonatologije KBC Zvezdara. Posmatrani problem je formulisan kao problem pokrivanja skupa, koji se sastoji u izboru šema po kojima pedijatrijske sestre treba da rade u toku meseca. Kako optimalni raspored treba da zadovolji „tvrde“ i što više „mekih“ uslova, problem je postavljen kao model 0-1 ciljnog programiranja a zatim je korišćen za dobijanje optimalnog rasporeda na odeljenju Neonatologije.

Ključne reči: raspoređivanje medicinskih sestara, ciljno programiranje, šeme rada.

Abstract: In this paper a problem of pediatric nurse scheduling in the neonatal ward of KBC Zvezdara is presented. The observed problem is formulated as a problem of set covering, consisting of monthly shifts pattern choice for each nurse. Since optimal solution should satisfy hard and some soft conditions, we have used 0-1 goal programming formulation. Finally, experiments were performed using real data from the neonatal ward.

Keywords: pediatric nurse scheduling, goal programming, shifts patterns.

1. UVOD

U ovom radu se razmatra problem određivanja mesečnog rasporeda pedijatrijskih sestara na odeljenju Neonatologije porodilišta KBC Zvezdara. Najmanja organizaciona jedinica u kliničko-bolničkom centru KBC Zvezdara je odeljenje. Na čelu svakog odeljenja se nalazi glavna sestra koja je odgovorna za efikasno obavljanje poslova svih pedijatrijskih sestara na odeljenju. Jedan od zadataka glavne sestre odeljenja Neonatologije je da krajem svakog meseca napravi raspored rada sestara za naredni mesec i ona taj posao obavlja bez pomoći softvera na način koji se u literaturi naziva *self-rostering* (Silvestro & Silvestro, 2000).

Raspoređivanje medicinskih sestara je kompleksan problem dodeljivanja smena po kojima će medicinske sestre raditi u posmatranom periodu, uzimajući u obzir uslove koji obezbeđuju efikasnost rada i individualne želje sestara. Za razliku od većine organizacija, bolnice moraju raditi 24 časa dnevno, 7 dana u nedelji što problem raspoređivanja čini još kompleksnijim. Ovaj optimizacioni problem je prepoznat pre više od 40 godina i za njegovo rešavanje su razvijeni različiti modeli i metode. Obimni pregled rezultata u oblasti raspoređivanja medicinskih sestara prikazan je u (Burke et al, 2004).

U modeliranju problema raspoređivanja medicinskih sestara dominantna su dva pristupa (Cheang et al, 2003). Prvi pristup - sestra/dan (*nurse/day*) razmatra svaki dan posmatranog perioda pojedinačno a sestrama se dodeljuju smene u kojima će raditi posmatranog dana. Ovaj pristup obezbeđuje bolje rešenje ali je modeliranje svih uslova vezanih za smenski rad veoma složeno. Drugim pristupom - sestra/šema (*nurse/shift pattern*), problem raspoređivanja se svodi na problem pokrivanja skupa, gde se definišu šeme i svakoj od sestara se dodeljuje šema po kojoj će raditi u toku posmatranog perioda. Na ovaj način problem se lakše modelira zato što su mnogi uslovi već obuhvaćeni postojećim šemama. Vreme rešavanja je takođe značajno kraće a kvalitet rešenja zavisi od definisanih šema (Clark & Walker, 2011). Jedan od prvih radova ovog tipa je rad M. Warner-a (1976) u kome je prikazan model višekriterijumskog programiranja kojim se maksimiziraju preferencije sestara uzimajući u obzir dužinu smene, dozvoljene šeme i zahteve za slobodnim danima.

Kada se problem raspoređivanja medicinskih sestara rešava sestra/šema pristupom, često se javlja problem dopustivosti, odnosno nemogućnosti da se sa raspoloživim sestrama i definisanim šemama zadovolje svi uslovi. Ovaj problem se može prevazići na različite načine. Belien i Demeulemeester (2008) nakon rešavanja linearnog modela uvode proceduru za generisanje novih šema. Bard i Purnomo (2005) u

model uvode promenljive koje predstavljaju broj dodatnih sestara koje je potrebno angažovati da bi bili ispunjeni svi postavljeni uslovi. Ikegami i Niwa (2003) rešavaju problem dopustivosti ciljnim programiranjem gde se u funkciji cilja kažnjava odstupanje od donje i gornje granice broja sestara dnevno.

Na odeljenju Neonatologije KBC Zvezdara glavna sestra koristi ustaljene šeme rada prilikom određivanja rasporeda. Zbog toga je u ovom radu korišćen pristup sestra/šema, tj. problem je modeliran kao problem pokrivanja skupa. Zbog nemogućnosti zadovoljenja svih zahteva, problem raspoređivanja pedijatrijskih sestara je formulisan kao problem ciljnog programiranja. Rad je podeljen u četiri celine. Nakon uvodnog dela, u drugom delu je opisan konkretan problem raspoređivanja i formulisan matematički model. U trećem delu su prikazani ulazni parametri i rezultati rešavanja problema određivanja rasporeda za juni 2013. godine. Zaključak je dat u poslednjem poglavlju.

2. OPIS PROBLEMA I FORMULACIJA MODELA

Prilikom pravljenja rasporeda, glavna sestra odeljenja Neonatologije nastoji da svakoj pedijatrijskoj sestri dodeli jednu od ustaljenih šema rada. U tabeli 1 su prikazane osnovne šeme rada.

Tabela 1. Osnovne šeme rada pedijatrijskih sestara

	dan		noć	dan		noć	dan		noć	dan		noć	dan		noć	dan		noć	dan		noć	...
	pr	po		pr	po		pr	po		pr	po		pr	po		pr	po		pr	po		
1	x																					...
2	x			x																		...
3	x				x										x							...
4	x			x												x						...
5	x			x																		...
6	x			x																		...
7	x				x																	...
8	x			x																		...

Pedijatrijske sestre mogu raditi u prepodnevnoj smeni od 7 do 13 časova (oznaka "pr"), poslepodnevnoj smeni od 13 do 19 časova (oznaka "po"), dnevnoj od 7 do 19 časova i u noćnoj smeni od 19 do 7 časova. U osnovnim šemama 1, 3 i 7 smenjuje se rad u dnevnoj i noćnoj smeni; osnovna šema 2 obuhvata kombinovani rad prepodnevne, poslepodnevne i noćne smena; četvrta šema kombinuje dve prepodnevne smene i noćni rad dok se u preostalim šemama kombinuju dve prepodnevne i jedna dnevna smena.

S obzirom da pet osnovnih šema kombinuje polovinu dnevne smene (pre ili posle podne) 24-časovni radni dan je podeljen na tri perioda. To znači da je npr. mesec od 30 dana podeljen na 90 perioda. Korišćenjem ovakvih perioda, lista osnovnih šema može se prikazati tabelom 2.

Tabela 2. Osnovne šeme rada pedijatrijskih sestara po periodima

	pre	po	noć	pre	po	noć	pre	po	noć	pre	po	noć	pre	po	noć	...
1	1	1							1							...
2	1				1				1							...
3	1	1				1										...
4	1			1					1							...
5	1			1					1	1						...
6	1			1			1	1								...
7	1	1				1										...
8	1			1			1	1								...

Prikazane osnovne šeme imaju cikluse koji se sastoje od različitog broja dana nakon kojih se redosled smena periodično ponavlja. Osnovne šeme 1-6 imaju cikluse od 5 dana dok osnovne šema 7 i 8 imaju cikluse od 4 dana. Jasno je da svaka od osnovnih šema može početi od bilo kog dana ciklusa što povećava ukupan broj različitih šema. Pored toga, kada se pedijatrijskoj sestri dodeljuje mesečni raspored, on se može sastojati od jedne šeme koja se primenjuje u toku celog meseca ili od dve šeme, od kojih se jedna primenjuje u prvoj a druga u drugoj polovini meseca. Kombinovanje šema mora zadovoljiti uslove vezane za smenski rad na odeljenju Neonatologije. Polazeći od osnovnih šema, dobija se konačan skup od 998 pojedinačnih šema po kojima pedijatrijske sestre mogu raditi u toku jednog meseca.

Neka je M skup perioda u mesecu (M zavisi od meseca za koji se određuje raspored) i S – skup šema po kojima se može raditi u toku meseca. Na osnovu konačne liste šema formirana je matrica A čiji su elementi

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ako se po } i\text{-toj šemi radi u } j\text{-tom periodu} \\ 0 & \text{u suprotnom} \end{cases}, \quad i \in S, j \in M$$

Neka je N skup pedijatrijskih sestara na posmatranom odeljenju. Da bi se svi poslovi obavljali efikasno, procena glavne sestre je da bi bilo poželjno da u svakom trenutku na odeljenju bude prisutno bar p sestara. Ukoliko bi sve pedijatrijske sestre stalno bile na raspolaganju, ovakvo prisustvo bi bilo moguće. Međutim, svakog meseca je u nekim periodima određeni broj sestara odsutan zbog godišnjih odmora, slobodnih dana ili bolovanja. Zbog toga je definisan i parametar q ; $q < p$ koji predstavlja minimalni broj pedijatrijskih sestara na odeljenju u svakom od perioda.

Od tri perioda u toku 24 časa, najviše aktivnosti se obavlja u prepodnevnoj smeni: vizite lekara, otpust beba, laboratorijske analize itd. Zbog toga su definisani parametri pp – minimalni broj i pi – poželjan broj pedijatrijskih sestara u prepodnevnim smenama.

Pošto je radno iskustvo pedijatrijskih sestara na odeljenju različito, prilikom pravljenja rasporeda treba voditi računa da u svakom trenutku na odeljenju bude bar jedna sestra sa iskustvom. Zbog toga uvodimo skup iskusnih sestara $I \subset N$.

Problem određivanja rasporeda rada raspoloživih pedijatrijskih sestara se može formulisati na sledeći način: potrebno je odrediti po kojoj šemi svaka od sestara treba da radi u toku meseca tako da u svakom periodu i u svim prepodnevnim smenama na odeljenjima bude željeni broj sestara, od kojih je bar jedna sa iskustvom. Upravljačka promenljiva definisanog problema je:

$$x_{li} = \begin{cases} 1 & \text{ako } l\text{-ta sestra radi po } i\text{-toj šemi} \\ 0 & \text{u suprotnom} \end{cases}, \quad l \in N, i \in S.$$

Pedijatrijske sestre imaju različite preferencije prema šemama po kojima mogu raditi, pa njihova efikasnost na radu zavisi i od zadovoljstva dobijenom šemom. Jedan od ciljeva opisanog problema je da zadovoljstvo sestara dodeljenim rasporedom bude što veće. Zbog toga je uveden parameter $w_{li} \in [0,1]$ koji odražava preferencije l -te sestre prema i -toj šemi ($l \in N, i \in S$).

Opisani problem sadrži i više grupa dodatnih uslova. Kao što je pomenuto, u toku meseca određeni broj sestara može biti odsutan sa odeljenja. Za potrebe modeliranja problema raspoređivanja, odsustvovanja su podeljena u dve grupe u zavisnosti od dužine odsustvovanja.

Sva odsustvovanja sestara od tri ili više dana definisana su matricom B sa elementima:

$$b_{lj} = \begin{cases} 0 & \text{ako je } l\text{-ta pedijatrijska sestra odsutna u } j\text{-tom periodu} \\ 1 & \text{u suprotnom} \end{cases}, \quad l \in N, j \in M$$

Ukupan broj sestara koje rade na odeljenju u periodu $j \in M$, određuje se izrazom:

$$\sum_{l \in N} \sum_{i \in S} a_{ij} \cdot b_{lj} \cdot x_{li} \quad (1)$$

Izrazom (1) se ne sprečava dodeljivanje šeme u periodima odsustva, ali se obezbeđuje da u tim periodima odsutna sestra ne učestvuje u ukupnom broju sestara prisutnih na odeljenju (ukoliko bi se postavio uslov da pedijatrijska sestra ne sme da dobije šemu po kojoj bi radila u periodima kada je odsutna, problem ne bi imao dopustivo rešenje).

Matrica B omogućava i određivanje minimalnog broja radnih dana koje treba dodeliti pedijatrijskoj sestri koja je u nekom vremenskom periodu odsutna. Neka je m ukupan broj dana u mesecu i r minimalni broj radnih dana (dvanaestočasovnih) koji moraju biti dodeljeni pedijatrijskoj sestri koja je raspoloživa celog meseca. Broj radnih dana koje treba dodeliti l -toj pedijatrijskoj sestri iznosi:

$$t_l = \left(\sum_{j \in P} \frac{b_{lj}}{2} + \sum_{j \in Q} \frac{b_{lj}}{2} + \sum_{j \in R} b_{lj} \right) \cdot \frac{r}{m}, \quad (2)$$

gde je P – skup prepodnevnih perioda, Q – skup popodnevnih perioda i R – skup noćnih smena; $P \cup Q \cup R = M$.

Odsustvovanja od jednog ili dva dana su prilikom modeliranja tretirana na drugačiji način. Za ovakvu vrstu odsustvovanja postavljen je uslov da pedijatrijska sestra ne sme dobiti šemu po kojoj bi radila onog dana kada je odsutna. Zbog toga je uvedena matrica C sa elementima:

$$c_{lj} = \begin{cases} 0 & \text{ako je } l\text{-ta pedijatrijska sestra odsutna u } j\text{-tom periodu} \\ 1 & \text{u suprotnom} \end{cases}, \quad l \in N, j \in M$$

Parametrom c_{lj} se opisuju i sledeća dva “tvrda” uslova:

1. Prvi dan u mesecu. Raspored pedijatrijskih sestara nije izolovan, već se nadovezuje na rad u prethodnom mesecu. Zbog toga se sestrama koje su poslednjeg dana prethodnog meseca radile u noćnoj smeni ne sme dodeliti ni jedan od perioda prvog dana posmatranog meseca.
2. Poslednji dan pred odsustvo. Rad u noćnoj smeni obavezno podrazumeva da najmanje jedan naredni dan bude slobodan. Iz tog razloga, ukoliko bi pedijatrijska sestra radila u noćnoj smeni dan pred odsustvo npr. odmor, prvi dan nakon noćne smene ne bi mogao da se računa kao dan odsustva.

Pored opisanih “tvrdih” uslova, na odeljenju Neonatologije postoje i sledeći “meki” uslovi koje nije moguće uvek ispuniti:

- neradna prva dva dana u mesecu ako je sestra radila u noćnoj smeni poslednjeg dana prethodnog meseca;
- neradni prvi dan u mesecu ako je sestra radila u dvanaestočasovnoj dnevnoj ili poslepodnevnoj smeni poslednjeg dana prethodnog meseca;
- neradna dva dana pred odsustvo;
- neradni vikend posle odsustva, ako se odsustvo završava u petak.

Elementi matrice E , kojom su definisani periodi kada je poželjno da pedijatrijske sestre ne rade, su:

$$e_{lj} = \begin{cases} 0 & \text{ako } l\text{-ta sestra ne treba da radi u } j\text{-tom periodu} \\ 1 & \text{u suprotnom} \end{cases}, \quad l \in N, j \in M$$

Za l -tu pedijatrijsku sestru i izabranu šemu $i \in S$, mora da važi $\sum_{j \in M} a_{ij} \cdot c_{lj} \cdot x_{li} = 0$ i da vrednost

$\sum_{j \in M} a_{ij} \cdot e_{lj} \cdot x_{li}$ bude što manja.

Za opisani problem formulisan je matematički model ciljnog programiranja. Pored definisanih skupova, parametara i promenljivih, uvedene su sledeće devijacione promenljive:

d_j^-, d_j^+ – odstupanje od željenog broja sestara u od periodu j , $j \in M$,

dp_j^-, dp_j^+ – odstupanje od željenog broja sestara u prepodnevnom periodu j , $j \in P$,

dz_l – odstupanje od preferenci l -te pedijatrijske sestre prema smenama, $l \in N$,

de_l – odstupanje od željenih uslova (definisanih matricom E) za l -tu pedijatrijsku sestru, $l \in N$.

Matematički model mesečnog raspoređivanja pedijatrijskih sestara odeljenja Neonatologije (RSON) se može formulisati na sledeći način:

$$\min P1 \cdot \sum_{j \in P} dp_j^- + P2 \cdot \sum_{j \in M} d_j^- + P3 \cdot \sum_{l \in N} dz_l + P4 \cdot \sum_{l \in N} de_l$$

p.o.

$$\sum_{i \in S} x_{li} = 1, \quad l \in N \quad (3)$$

$$\sum_{i \in S} a_{ij} \sum_{l \in N} b_{lj} \cdot x_{li} \geq q, \quad j \in Q \cup R \quad (4)$$

$$\sum_{i \in S} a_{ij} \sum_{l \in N} b_{lj} \cdot x_{li} + d_j^- - d_j^+ = p, \quad j \in Q \cup R \quad (5)$$

$$\sum_{i \in S} a_{ij} \sum_{l \in N} b_{lj} \cdot x_{li} \geq pp, \quad j \in P \quad (6)$$

$$\sum_{i \in S} a_{ij} \sum_{l \in N} b_{lj} \cdot x_{li} + dp_j^- - dp_j^+ = pi, \quad j \in P \quad (7)$$

$$\sum_{i \in S} a_{ij} \sum_{l \in I} b_{lj} \cdot x_{li} \geq 1, j \in M \quad (8)$$

$$\sum_{i \in S} \left(\sum_{j \in P} a_{ij} \cdot \frac{b_{lj}}{2} \cdot x_{li} + \sum_{j \in Q} a_{ij} \cdot \frac{b_{lj}}{2} \cdot x_{li} + \sum_{j \in R} a_{ij} \cdot b_{lj} \cdot x_{li} \right) \geq t_l, l \in N \quad (9)$$

$$\sum_{i \in S} w_{li} x_{li} + dz_l = 1, l \in N \quad (10)$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in M} a_{ij} \cdot c_{lj} \cdot x_{li} = 0, l \in N \quad (11)$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in M} a_{ij} \cdot e_{lj} \cdot x_{li} - de_l = 0, l \in N \quad (12)$$

$$x_{li} \in \{0, 1\}, l \in N, i \in S$$

$$d_j^- \geq 0, d_j^+ \geq 0, dp_j^- \geq 0, dp_j^+ \geq 0, j \in M$$

$$dz_l \geq 0, de_l \geq 0, l \in N$$

Funkcijom cilja se minimizira ukupno odstupanje od: željenog broja pedijatrijskih sestara u svakom od perioda i u prepodnevnom smenama, preferencija sestara prema šemama rada i mekih uslova definisanih matricom E. Koeficijenti P1-P4 predstavljaju prioritete između ova četiri cilja. Ograničenjem (3) se obezbeđuje da svakoj pedijatrijskoj sestri bude dodeljena tačno jedna šema rada u toku meseca. Ograničenje (4) se odnosi na zahtev da u poslepodnevnim i noćnim periodima na odeljenjima bude prisutno bar q sestara, dok se ograničenje (5) odnosi na poželjan broj sestara na odeljenju u tim periodima. Od uslova u (5) se može odstupiti a u funkciji cilja se minimizira samo negativno odstupanje. Ograničenja (6) i (7) se odnose na broj sestara u prepodnevnom smenama i analogna su ograničenjima (4) i (5). Ograničenjem (8) se obezbeđuje da na odeljenju u svakom trenutku bude prisutna bar jedna pedijatrijska sestra sa iskustvom. Ograničenje (9) se odnosi na minimalni broj radnih dana koje svaka pedijatrijska sestra treba da ima u toku meseca a koji je određen na osnovu (2). Ograničenjem (10) je modelirano zadovoljstvo svake pedijatrijske sestre šemom koja joj je dodeljena i odstupanje od njenih maksimalnih preferenci prema šemama. Ovo odstupanje može biti samo podbačaj i ono se minimizira u funkciji cilja. Ograničenjem (11) se sprečava da pedijatrijska sestra dobije šeme po kojima bi radila u smenama za koje je matricom C definisano da ne sme da radi. Ograničenje (12) se odnosi na meke uslove definisane matricom E. Odstupanje u ovom ograničenju može biti samo prebačaj i ono se minimizira u funkciji cilja.

3. NUMERIČKI REZULTATI

Na odeljenju Neonatologije KBC Zvezdara, na odsecima intenzivne nege i *Baby friendly* 1, zaposlene su 22 pedijatrijske sestre. Problem koji je rešavan je određivanje rasporeda rada ovih pedijatrijskih sestara za jun 2013. Jun je mesec kada je najveći broj sestara odsutan sa odeljenja pa je najteže ispuniti sva ograničenja datog problema. To je period kada se koriste preostali dani od prošlogodišnjih godišnjih odmora i ada se počinje sa korišćenjem novih godišnjih odmora. Od pedijatrijskih sestara na pomenuta dva odseka, šest je na bolovanju, jedna na neplaćenom odsustvu i jedna na odmoru tokom celog meseca. Pored toga, glavna sestra i pomoćnik glavne sestre stalno rade u prepodnevnoj smeni i uslovi u vezi broja sestara po smenama se ne odnose na njih.

Konačan spisak od 12 pedijatrijskih sestara za koje je određivan raspored je: Vasiljević, Hrnjački, Sentić, Milenković, Mihailović, Hrnjak, Dusić, Fotak, Pavlović, Blagojević, Sokolov i Tanasijević. Prvih pet pedijatrijskih sestara je sa iskustvom i u svakom periodu bar jedna od njih mora da bude na odeljenju (Nikolić, 2013). Zbog velikog broja odsutnih sestara, za sve periode je postavljen uslov da minimalni broj sestara bude dva a poželjan tri, pri čemu je najveći prioritet dat uslovima vezanim za prepodnevne periode. Od 30 dana juna, sestre koje su celog meseca na odeljenju treba da imaju 12 dvanaestočasovnih radnih dana a ostale proporcionalno prisustvu (2). Zahtevi za korišćenje odmora i slobodnih dana pedijatrijskih sestara u toku juna dati su tabelom 3. Preferencije sestara prema šemama određene su anketiranjem.

Na osnovu podataka za jun, formulisan je matematički model sa 11976 binarnih, 384 kontinualne (devijacione) promenljive i 330 ograničenja. Model je rešen egzaktno a za nalaženje optimalnog rešenja korišćen je GNU *Linear Programming Kit* (GLPK), *open source* softver za rešavanje problema linearnog i mešovito celobrojnog programiranja (GLPK, 2013). Na računaru *Intel Core 2 Duo CPU E8400* (3 GHz), *RAM* 3,25 GB, optimizacija je trajala 1,6 sekundi.

Tabela 3. Zahtevi za korišćenje odmora i slobodnih dana

Pedijatrijska sestra	Odsustvo
Vasiljević	6-9. jun
Milenković	6-9. jun i 5 radnih dana godišnjeg odmora od 10. juna
Hrnjak	12 radnih dana starog godišnjeg odmora od 13. juna
Dušić	1-7. jun - stari godišnji odmor
Fotak	1-6. jun - stari godišnji odmor
Blagojević	6-9. jun
Sokolov	28. juna slobodan dan ili samo prepodnevna smena
Tanasijević	od 17. juna - godišnji odmor

Optimalno rešenje obezbeđuje da u 25 od 30 prepodnevni perioda na odeljenju budu prisutne tri pedijatrijske sestre. U poslepodnevnim periodima je 12, a u noćnim 9 puta postignuto da tri sestre budu na odeljenju. Tri pedijatrijske sestre su dobile šeme prema kojima imaju preferenciju 0,5, jedna je dobila šemu prema kojoj ima preferenciju 0,25 dok su preostale sestre dobile šeme prema kojima imaju preferenciju 0. Razlog za dobijanje ovakvih preferencija je u tome što su, zbog malo pedijatrijskih sestara koje rade u junu, najčešće dodeljivane šeme sa ciklusima od po četiri dana prema kojima sestre imaju preferenciju 0. Od devet pedijatrijskih sestara za koje su postavljeni "meki" uslovi za dve su ispunjeni svi takvi uslovi, za četiri sestre nije ispunjen ni jedan dok su za tri pedijatrijske sestre uslovi delimično ispunjeni.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazan matematički model ciljnog programiranja kojim je modeliran problem raspoređivanja pedijatrijskih sestara na odeljenju Neonatologije KBC Zvezdara. U obzir su uzeti svi uslovi koje treba ispuniti prilikom pravljenja mesečnog rasporeda rada pedijatrijskih sestara: potreban broj sestara na odeljenju pre podne i ostalim periodima, stalno prisustvo neke od sestara sa iskustvom na odeljenju, preferencije sestara prema rasporedu rada, broj radnih dana u toku meseca, uslovi vezani za godišnje odmore, slobodne dane itd. Prilikom modeliranja, problem je sveden na problem pokrivanja skupa koji se sastoji u izboru šema po kojima pedijatrijske sestre treba da rade u toku meseca tako da budu ispunjeni svi „tvrđi“ uslovi i minimizirano odstupanje od „mekih“ uslova. Model je primenjen za dobijanje optimalnog rasporeda pedijatrijskih sestara odeljenja Neonatologije za jun 2013. godine.

S obzirom da kvalitet optimalnog rešenja zavisi od predefinisanih šema rada, dalji rad će biti usmeren na modeliranje i rešavanje problema raspoređivanja pristupom sestra/dan i na razvijanje heuristika za rešavanje oba modela.

LITERATURA

- [1] Bard, J., Purnomo, H. (2005). Preference scheduling for nurses using column generation, *European Journal of Operational Research*, 164 (2), 510–534
- [2] Belien, J., Demeulemeester, E. (2008). A branch-and-price approach for integrating nurse and surgery scheduling, *European Journal of Operational Research*, 189, 652–668
- [3] Burke, E., Causmaecker, P., Vandenberghe, G., Landeghem, H. (2004). The state of the art of nurse rostering, *Journal of Scheduling*, 7, 441-499
- [4] Cheang, B., Li, H., Lim, A., Rodrigues, B. (2003). Nurse rostering problems—a bibliographic survey, *European Journal of Operational Research*, 151, 447–460
- [5] Clark, A., Walker, H. (2011) Nurse rescheduling with shift preferences and minimal disruption, *Journal of Applied Operational Research*, 3 (3), 148-162.
- [6] GLPK, www.gnu.org/software/glpk/, poslednji pristup januar 2013.
- [7] Ikegami, A., Niwa, A. (2003). A subproblem-centric model and approach to the nurse scheduling problem, *Math. Program., Ser. B*, 97, 517–541
- [8] Nikolić, R., Interna dokumentacija KBC Zvezdara, 2013
- [9] Silvestro, R., Silvestro, C. (2000) An evaluation of nurse rostering practices in the National Health Service., *Journal of Advanced Nursing*, 32(3), 525-535
- [10] Warner, M. (1976). Scheduling Nursing Personnel according to Nursing Preference: A Mathematical Programming Approach. *Operations Research*, 24 (5) , 842-856



PRIMENA VIŠEKRITERIJUMSKE OPTIMIZACIJE ZA OPTIMALNO LOCIRANJE SVC UREĐAJA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI SA OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE

APPLICATION OF MULTICRITERIA OPTIMIZATION FOR OPTIMAL LOCATING OF SVC DEVICE IN DISTRIBUTION NETWORK WITH RENEWABLE ENERGY SOURCES

ALEKSANDAR SAVIĆ

Elektrotehnički fakultet, Beograd, savic@etf.rs

Rezime: *Koncept savremenih distributivnih mreža poslednjih godina doživeo je značajne promene. Disperzovani izvori kao što su vetroelektrane i fotonaponske elektrane se u sve većoj meri priključuju na distributivnu mrežu. Zbog intermitentnog karaktera proizvodnje ovih izvora tokovi snaga u distributivnim mrežama su diktirani kako profilom potrošnje tako i profilom proizvodnje distribuiranih izvora. Ovo može imati značajan uticaj na naponske prilike u distributivnoj mreži. Jedan od načina za upravljanje naponima je dinamička kontrola reaktivne snage. U uslovima disperzovane proizvodnje, sa velikim brojem vetroelektrana i fotonaponskih sistema instalisane snage od nekoliko kW do nekoliko MW, koje se priključuju u različitim čvorovima u distributivnoj mreži, koncept postavljanja kompenzacionih uređaja u tački priključenja svake elektrane nije tehnički i ekonomski opravdan. U takvim uslovima potrebno je optimizovati sistem za kontrolu i upravljanje tokovima reaktivnih snaga. U ovom radu je izvršena analiza optimalnog dimenzionisanja i lociranja SVC (Static Var Compensator) uređaja u kompleksnoj distributivnoj mreži sa disperzovanim intermitentnim izvorima energije. Proračun je izvršen primenom višekriterijumske optimizacije. Analizirane su tri kriterijumske funkcije: instalisana snaga SVC uređaja, standardna devijacija napona i gubici aktivne energije u mreži. Proračun je izvršen na primeru realnog distributivnog sistema u regionu Banata u Srbiji.*

Ključne reči: *distributivna mreža, obnovljivi izvori energije, kolebanje napona, SVC uređaj*

Abstract: *The concept of modern distribution networks in recent years has undergone considerable changes. Dispersed sources such as wind power plants and photovoltaic power plants are increasingly connected to the distribution network. Because of the intermittent nature of production of these sources, power flows in distribution networks are driven by both demand profile and the production profile of distributed sources. This can have a significant effect on the voltage in the distribution network. One way to control the voltage is dynamic control of reactive power. In terms of dispersed generation, with a number of wind power plant and photovoltaic systems with installed power of a few kW to several MW, which are connected to different nodes in the distribution network, the concept of setting compensation devices at the point of connection of each plant is not technically and economically feasible. In such circumstances it is necessary to optimize the system for controlling reactive power flow. In this paper, the analysis of optimal sizing and locating SVC (Static VAR Compensator) devices in distribution networks with dispersed intermittent energy sources is done. The calculation was done based on multi-criteria optimization. Three criteria functions are analyzed: installed power of SVC device, the standard voltage deviation and active power losses in the network. The calculation is done on the example of the real distribution system in the Banat region in Serbia.*

Keywords: *Distribution network, renewable energy sources, voltage deviation, SVC devices*

1. UVOD

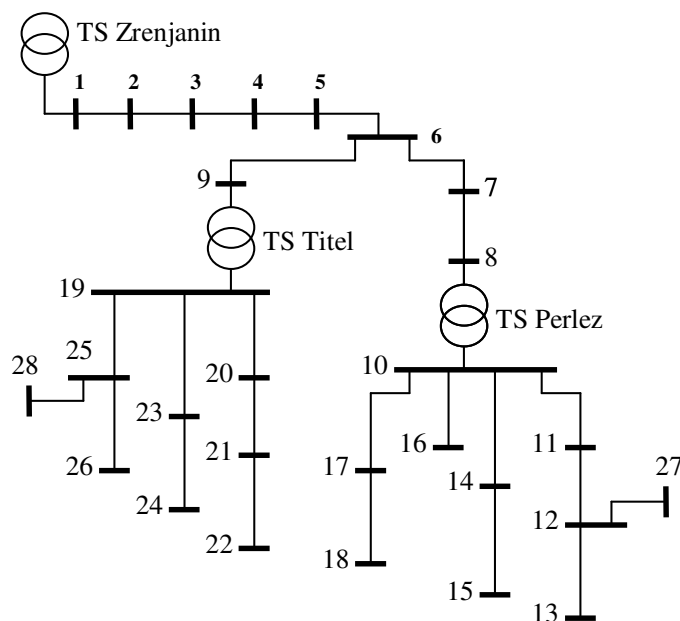
Distributivne mreže su razvijane u skladu sa tradicionalnim, centralizovanim konceptom elektroenergetskih sistema. Proizvodnja je bila centralizovana, a distributivna mreža pasivna sa radijalnom topologijom. Međutim, koncept današnjih distributivnih mreža je takav da se distribuirane proizvođačke jedinice, kao što su vetroturbine i solarne elektrane, u sve većoj meri priključuju na distributivnu mrežu [1],[2]. Savremena distributivna mreža je aktivna, a tokovi snaga dvosmerni i definisani profilom potrošnje i proizvodnje distribuiranih proizvođačkih jedinica. Priključenje distribuiranih izvora može imati veliki uticaj na mrežu. Proizvodnja električne energije vetroturbina zavisi od brzine vetra, dok proizvodnja električne energije

solarnih elektrana direktno zavisi od insolacije. Vremenske promene brzine vetra i insolacije uzrokuju intermitentnost snage koju injektiraju ovi izvori u distributivnu mrežu, što ima za posledicu poremećaj naponske slike u svim čvorovima distributivne mreže [3],[4]. Da bi se naponska odstupanja kontrolisala potrebno je vršiti brzu dinamičku kontrolu reaktivnih snaga u distributivnoj mreži. Upotreba SVC (Static VAR Compensator) uređaja u distributivnoj mreži s ciljem poboljšanja naponskog profila je efikasno rešenje [5]. Kod priključenja većih generatorskih jedinica uglavnom se SVC uređaji priključuju na mestu priključenja elektrane na distributivnu mrežu [6]. U uslovima disperzovane proizvodnje, sa velikim brojem jedinica instaliranje SVC uređaja u tački priključenja svake distribuirane proizvođačke jedinice nema ni tehnički ni ekonomski smisao. U takvim uslovima potrebno je izvršiti optimizaciju sistema za kontrolu i upravljanje tokovima reaktivnih snaga. U ovom radu primenom višekriterijumske optimizacije izložena je metoda za nalaženje optimalnog broja, lokacije i instalisane snage SVC uređaja u slaboj distributivnoj mreži sa velikim brojem disperzovanih vetroturbina i fotonaponskih panela.

2. ANALIZIRANA DISTRIBUTIVNA MREŽA

Za analizu i proračune izabrana je realna srednjenaponska (35 kV, 20 kV i 10 kV) distributivna mreža koja napaja nekoliko mesta u regionu Banata u Srbiji. Topološka struktura mreže je prikazana na Slici 1. Distributivna mreža je radijalna i napaja se iz čvora 1 gde se nalazi TS 110/35 kV. Svi vodovi su nadzemni.

U ovoj analizi pretpostavljen je scenario masovnog korišćenja fotonaponskih (PV) panela montiranih na krovove kuća i priključenih na niskonaponsku mrežu, kao i više PV elektrana manjih snaga koje su priključene u čvorove srednjenaponske mreže. Pored disperzovanih PV elektrana, pretpostavljeno je da su na distributivnu mrežu, u čvorovima 13 i 27, priključena dva vetroagregata (VE). Karakteristične snage potrošnje (maksimalna P_{DEMmax} i minimalna P_{DEMmin}) i instalisane snage pretpostavljenih distribuiranih izvora (PV elektrana P_{SEmax} i vetroagregata P_{VGmax}) su prikazane u tabeli uz Sliku 1.



Čvor	P_{SEmax} [MW]	P_{VGmax} [MW]	P_{DEMmax} [MW]	P_{DEMmin} [MW]
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	0.5	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	0.8	-	-	-
10	-	-	-	-
11	0.6	-	0.8694	0.5990
12	-	-	0.8026	0.5530
13	1.0	3	1.0032	0.6912
14	0.8	-	0.6688	0.4608
15	0.8	-	0.6688	0.4608
16	1.5	-	1.3376	0.9216
17	1.0	-	0.8026	0.5530
18	0.8	-	0.5350	0.3686
19	1.5	-	-	-
20	1.2	-	1.0944	0.7540
21	0.6	-	0.5472	0.3770
22	1.0	-	0.5472	0.3770
23	0.8	-	0.8208	0.5655
24	-	-	0.8208	0.5655
25	-	-	1.0944	0.7540
26	1.0	-	0.5472	0.3770
27	-	3	-	-
28	3	-	-	-

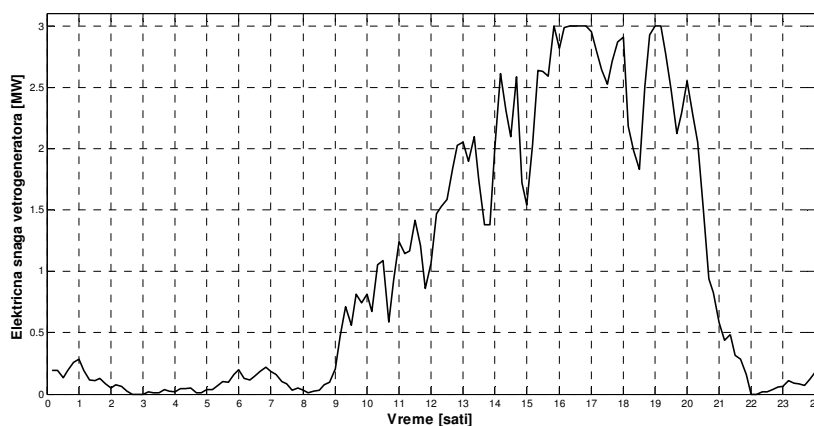
Slika 1. Topološka struktura test mreže sa tabelom aktivnih snaga potrošnje i generisanja po čvorovima

3. VREMENSKI PROFILI POTROŠNJE I PROIZVODNJE DISTRIBUIRANIH IZVORA

Naponi u čvorovima distributivne mreže direktno su uslovljeni tokovima aktivnih i reaktivnih snaga, a tokovi aktivnih snaga su diktirani vremenskim dijagramima potrošnje i proizvodnje. Aktivne snage injektiranja su direktno zavisne od snage primarnog energenta (brzine vetra i solarnog zračenja) i praktično su nezavisne od naponskih prilika u mreži. Fluktuacije vetra i solarnog zračenja mogu se posmatrati u različitim vremenskim intervalima: sekunde, minuti, časovi, dani, sezone, godine. U ovom primeru analizirane su 10-minutne varijacije.

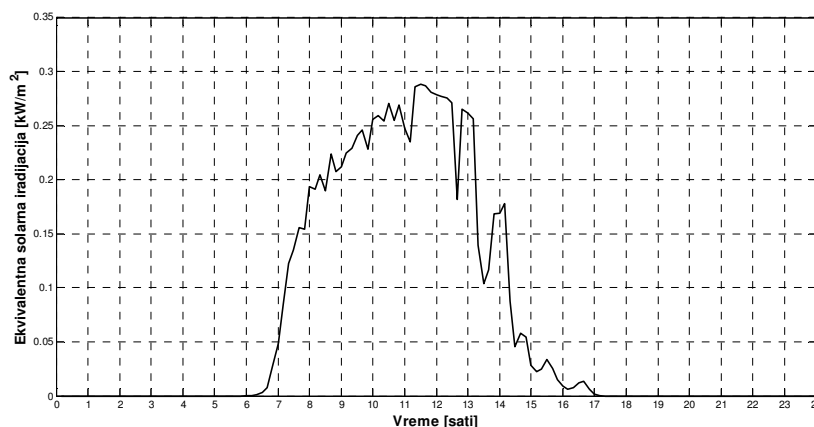
Vremenski profil proizvodnje električne snage vetroturbine definisan je profilom brzine vetra i krivom snage vetroturbine. Za određivanje vremenskog profila proizvodnje vetroturbine korišćeni su jednogodišnji merni podaci o brzini vetra koji su mereni u ciljnom regionu u neposrednoj blizini lokacija vetroagregata. Na osnovu statističke analiza mernih podataka o brzini vetra, odabran je reprezentativan dan. Koristeći

standardnu krivu snage za vetroagregat Vestas V112, 3 MW estimiran je vremenski dijagram proizvodnje vetroturbine, koji je prikazan na Slici 2.



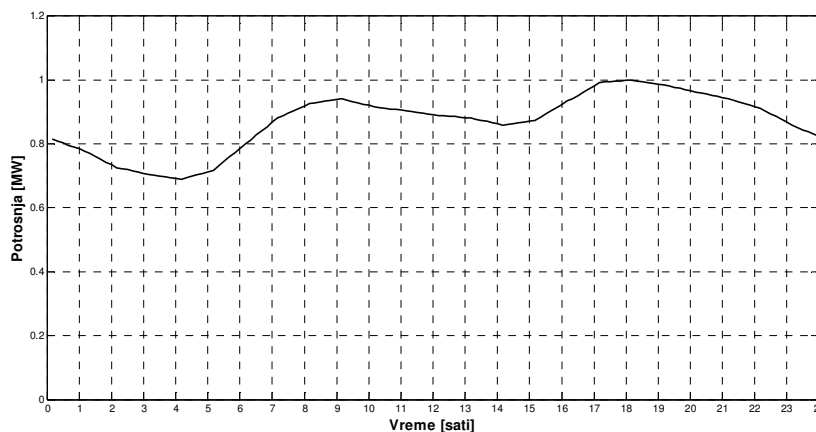
Slika 2: Vremenski dijagram proizvodnje vetroagregata za karakterističan dan

Kod određivanja vremenskog profila proizvodnje fotonaponskih panela korišćeni su merni podaci o ambijentalnoj temperaturi i horizontalnoj iradijaciji, koji su mereni u ciljnom regionu u trajanju od jedne godine. Na osnovu statističke analize mernih podataka o solarnoj iradijaciji, odabran je reprezentativan dan. Na Slici 3 prikazan je vremenski dijagram ekvivalentne solarne iradijacije (I_{PVeqt}) za tipičan dan u analiziranom ciljnom regionu.



Slika 3: Vremenski dijagram ekvivalentne solarne iradijacije za karakterističan dan

Na osnovu raspoloživih podataka o merenjima aktivne snage potrošnje u čvoru 1 mreže prikazane na Slici 1 izvršena je statistička analiza i odabran karakteristični dan u godini. Pretpostavljeno je da su profili potrošnje u svim potrošačkim čvorovima isti. Na Slici 4 prikazan je relativni profil potrošnje aktivne snage koji karakteriše analizirani konzum.



Slika 4: Relativni vremenski profil potrošnje analizirane mreže

Za faktor snage potrošnje usvojena je vrednost 0,95. Dijagrami potrošnje aktivne snage u proizvoljnom potrošačkom čvoru i su dobijeni skaliranjem dijagrama na Slici 4 u skladu sa odnosom instalisane snage potrošnje konzuma u čvoru i prema zbirnoj instalisanoj snazi konzuma u analiziranoj mreži.

4. METODA ZA OPTIMALNO LOCIRANJE SVC UREĐAJA

Zadatak optimizacije je određivanje optimalne lokacije i snage SVC uređaja sa ciljem poboljšanja naponskog profila distributivne mreže i smanjenja gubitaka aktivne energije. Optimizacioni problem modelovan je sa tri kriterijumske funkcije. Kao prva kriterijumska funkcija (f_1) izabrana je maksimalna vrednost standardne devijacije napona u mreži

$$f_1 = \max_i \sigma_i \quad (1)$$

gde je σ_i standardna devijacija napona u čvoru i , koja je definisana sledećom relacijom:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (U_i^t - U_{iref})^2}, \quad (i=1, \dots, N) \quad (2)$$

gde su: U_i^t – napon u čvoru i u vremenskom intervalu t , U_{iref} – referentni napon u čvoru i , T – broj vremenskih intervala (vremenski horizont) i N – broj čvorova u mreži.

U ovoj analizi je za vremenski interval t odabran period od $t=10$ min, što predstavlja rezoluciju mernih podataka o brzini vetra i solarnoj iradijaciji. Vremenski horizont posmatranja je $T=1$ dan, odnosno 144 merne tačke. Referentni naponi U_{iref} , ($i=1, \dots, N$) mogu se setovati na nominalnu vrednost ili nezavisno zadavati za svaki čvor u opsegu dozvoljenih vrednosti odstupanja od nazivne vrednosti.

Kao druga kriterijumska funkcija (f_2) izabrana je suma instalisanih snaga SVC uređaja:

$$f_2 = \sum_{k=1}^M Q_{svc}^k, \quad (3)$$

gde su: Q_{svc}^k – instalisana snaga SVC uređaja lociranog u čvoru k i M – ukupan broj SVC uređaja.

Za treću kriterijumsku funkciju izabrani su gubici aktivne energije:

$$f_3 = \sum_{k=1}^T P_{gub}^k t \quad (4)$$

gde su P_{gub}^k - gubici aktivne snage u vremenskom intervalu t , t - vremenski interval ($t = 10$ minuta), T - broj vremenskih intervala (vremenski horizont).

Optimizacioni problem se svodi na višekriterijumsku optimizaciju (minimizaciju) tri predložene kriterijumske funkcije. U procesu optimizacije uvažena su sledeća ograničenja: ograničenja po balansu aktivnih i reaktivnih snaga u svim čvorovima mreže (jednačine tokova snaga), ograničenja po donjim i gornjim granicama za napone u svim čvorovima mreže, pogonska ograničenja SVC uređaja.

Za rešavanje postavljenog optimizacionog problema odabran je pristup simultane optimizacije predloženih kriterijumskih funkcija. Prema tome optimizaciona procedura ima za cilj simultanu minimizaciju maksimalne devijacije napona u mreži, minimizaciju potrebne instalisane snage SVC uređaja i minimizaciju gubitaka aktivne energije. Kao rezultat optimizacionog postupka dobija se set optimalnih rešenja koji predstavljaju optimalne lokacije SVC uređaja.

Za rešavanje postavljenog optimizacionog zadatka odabran je NSGA-II algoritam [7]. Kod proračuna izabrana je veličina populacije od 60 hromozoma. Na ovaj način izabran je i konačan broj optimalnih rešenja.

5. REZULTATI PRORAČUNA

Izvršen je proračun za dva scenarija: bez ugradnje SVC uređaja (bazni proračun) i sa ugradnjom jednog SVC uređaja. Za analiziranu mrežu i definisane karakteristične dijagrame potrošnje i generisanja snage distribuiranih izvora izvršen je proračun tokova snaga za oba scenarija za svaki desetominutni interval karakterističnog dana. Pored ovih proračuna izvršen je i proračun odstupanja efektivnih vrednosti napona za

dva ekstremna, ali realno moguća režima. Za prvi ekstremni radni režim uzet je slučaj da nemamo proizvodnju iz distribuiranih izvora, a da je pri tom potrošnja u mreži maksimalna. Za drugi režim uzet je slučaj da je proizvodnja distribuiranih izvora maksimalna, a da je potrošnja u mreži minimalna. U prvom režimu, zbog maksimalne potrošnje bez dodatne proizvodnje, imaju se minimalni naponi u čvorovima, tako da može biti ugrožena donja granica dozvoljenog napona. U drugom režimu, zbog maksimalne proizvodnje distribuiranih izvora i minimalnih zahteva potrošnje, može doći do povišenja napona iznad dozvoljenih vrednosti. Usvojena su dozvoljena naponska odstupanja od $\pm 10\%$ od nominalne vrednosti.

5.1. Rezultati proračuna za scenario bez SVC uređaja (bazni proračun)

Za svaki desetominutni interval karakterističnog dana izvršeni su proračuni tokova snaga. Na osnovu dobijenih rezultata izračunata je standardna devijacija napona za sve čvorove mreže. Najveća devijaciju napona javlja se u čvoru 27 i iznosi $3,17\%$, a zatim u čvoru 13 gde iznosi $3,16\%$. Ovo je bilo očekivano, jer su u ovim čvorovima priključene vetroelektrane sa relativno velikim instalisanim snagama. Proračunom je dobijeno da snaga gubitaka aktivne energije za slučaj bez ugradnje SVC uređaja iznosi 21.42 MWh.

Pored proračuna standardne devijacije napona urađen je proračun naponskih odstupanja za ekstremne slučajeve. U Tabeli su dati podaci o minimalnim i maksimalnim naponima u pojedinim čvorovima za karakterističan dan. Minimalni naponi odgovaraju prvom ekstremnom režimu, a maksimalni naponi drugom ekstremnom režimu. Može se uočiti da je u velikom broju čvorova došlo do narušavanja dozvoljenih granica od $\pm 10\%$. Dobijeni rezultati pokazuju da kolebanja napona u distributivnim mrežama sa distribuiranim izvorima mogu biti velika i da je generalno, u slučaju slabih mreža i značajnog generisanja distribuiranih izvora, neophodno instalirati uređaje za kontrolu reaktivnih snaga u mreži.

Tabela 1. Rezultati proračuna za prvi scenario

Čvor	Standardna devijacija [%]	Minimalni napon [%]	Maksimalni napon [%]	Čvor	Standardna devijacija [%]	Minimalni napon [%]	Maksimalni napon [%]
1	0	105.00	105.00	15	2.52	89.44	108.40
2	0,09	104.42	105.01	16	2.50	89.75	108.50
3	0,48	101,73	104,96	17	2,50	89,75	108,51
4	0,67	100,00	104,62	18	2,52	89,59	108,46
5	1,91	91,35	104,48	19	2,53	89,26	108,24
6	2,17	89,63	104,52	20	2,66	87,86	107,79
7	2,26	89,07	104,58	21	2,80	86,44	107,38
8	2,28	88,99	104,59	22	2,89	85,74	107,24
9	2,39	87,67	104,13	23	2,58	88,22	107,75
10	2,48	90,06	108,61	24	2,62	86,83	106,97
11	2,62	89,64	109,00	25	2,85	87,18	108,06
12	3,00	88,94	110,14	26	2,97	86,25	107,87
13	3,16	88,62	110,61	27	3,17	88,94	110,79
14	2,51	89,65	108,46	28	3,05	87,18	108,75

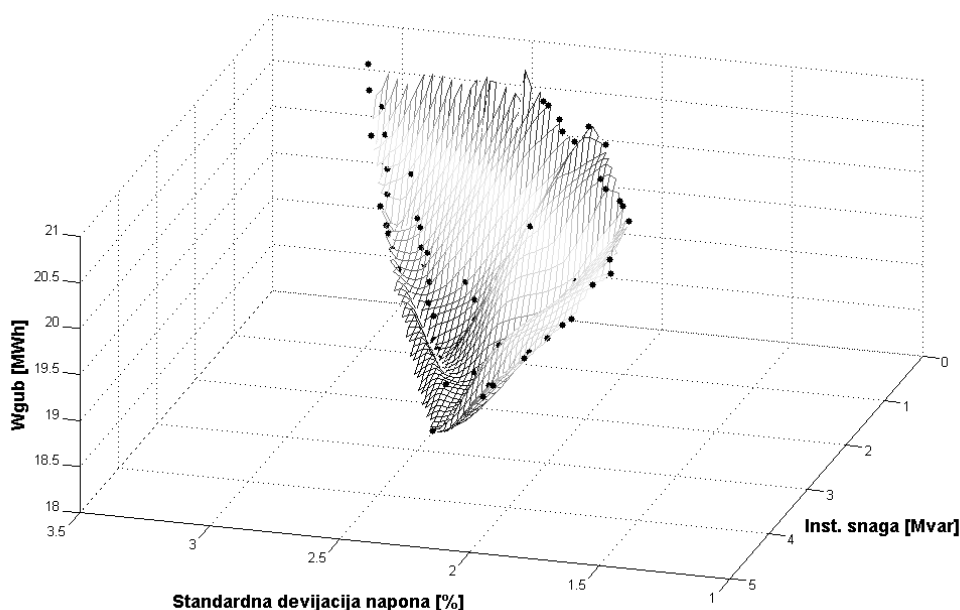
5.2. Rezultati proračuna za slučaj ugradnje jednog SVC uređaja

U slučaju ugradnje jednog SVC uređaja primenjena je višekriterijumska optimizacija sa ciljem nalaženja optimalne lokacije SVC uređaja ali tako da se unaprede naponske prilike u mreži i smanje gubici aktivne energije i to sa što manjom instalisanom snagom SVC uređaja. Kao rezultat optimizacije dobijen je set od 60 optimalnih rešenja. Sva dobijena rešenja su dopustiva, odnosno zadovoljavaju postavljena ograničenja. Tu se pre svega misli na ograničenja po naponu u svim čvorovima pri čemu je usvojeno da je dozvoljeno odstupanje napona $\pm 10\%$ od nominalne vrednosti. Potrebno je naglasiti da sva dobijena rešenja imaju niže vrednosti za standardnu devijaciju napona i gubitke aktivne energije u odnosu na vrednosti kod baznog proračuna. Grafička predstava seta optimalnih rešenja u prostoru kriterijumskih funkcija data je na Slici 5. Pošto se radi o 3D prikazu radi boljeg uvida u vrednosti kriterijumskih funkcija u Tabeli 2 date su minimalne i maksimalne vrednosti pojedinih kriterijumskih funkcija dobijenih proračunom.

5.3. Izbor jedinstvenog rešenja

Iz dobijenog seta optimalnih rešenja može se izabrati jedinstveno finalno rešenje. Jedan od kriterijuma može da bude zahtevani nivo standardne devijacije napona. Na primer ako se želi da standardna devijacija ne pređe vrednost od 2% onda prvo rešenje koje to zadovoljava podrazumeva instalaciju SVC uređaja u čvor 17

instalirane snage 2 Mvar. Izbor rešenja može se izvršiti i prema nekom drugom kriterijum koji se odnosi na druge dve kriterijumske funkcije, snagu SVC uređaja i gubitke aktivne energije.



Slika 5: Prikaz seta optimalnih rešenja za slučaj sa jednim optimalno lociranim SVC uređajem

Tabela 2. Minimalne i maksimalne vrednosti kriterijumskih funkcija

	f_1 [%]	f_2 [Mvar]	f_3 [MWh]
min	1.69	0.29	18.76
max	3.09	3.42	20.71

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu primenom višekriterijumske optimizacije izvršeno je optimalno lociranje SVC uređaja s ciljem smanjenja naponskih kolebanja i gubitaka aktivne energije. Rezultati pokazuju da je dinamička kontrola reaktivnih snaga pomoću SVC uređaja efikasna kod mreža sa većim brojem disperzovanih obnovljivih izvora. Ugradnjom SVC uređaja značajno se smanjuju kolebanja napona, a takođe se ima pozitivan uticaj na smanjenje gubitaka aktivne energije.

LITERATURA

- [1] J. K. Kaldellis, D. Zafirakis, The wind energy (r)evolution: A short review of a long history, *Renewable Energy* 36 (2011)
- [2] F. Dincer, Overview of the photovoltaic technology status and perspective in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (2011) 3768–3779
- [3] J. V. Paatero, P. D. Lund, Effects of large-scale photovoltaic power integration on electricity distribution networks, *Renewable Energy* 32 (2007) 216–234
- [4] D. Jakus, R. Goic, J. Krstulovic, The impact of wind power plants on slow voltage variations in distribution networks, *Electric Power Systems Research* 81 (2011) 589–598
- [5] M. Kenan Dosoglu, A. Ozturk, Investigation of different load changes in wind farm by using FACTS devices, *Advances in Engineering Software* 45 (2012) 292–300
- [6] N. Aouzellag Lahaçani, D. Aouzellag, B. Mendil, Static compensator for maintaining voltage stability of wind farm integration to a distribution network, *Renewable Energy* 35 (2010) 2476–2482
- [7] K. Deb, *Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms*, Wiley, Chichester, UK 2001.



PRIMENA VIŠEKRITERIJUMSKE OPTIMIZACIJE NA STAMBENU IZGRADNJU U NOVOM SADU

THE APPLICATION OF MULTICRITERIA OPTIMIZATION ON HOUSE BUILDING IN NOVI SAD

DRAGOLJUB TICA, MILOŠ TICA

AGENCIJA „MTM NEKRETNINE“ Novi Sad, Vojvode Bojovića 8, dragoljub.tica@yahoo.com

Rezime: Rad analizira procenat učešća svih radova vezanih za stambenu izgradnju u odnosu na održivu cenu koštanja novoizgrađenih stanova po m². Analiza je urađena za Novi Sad u I zoni izgradnje. Kvalitet novoizgrađenih stanova mora zadovoljiti tražene tehničke standarde. Dobijeni procenti sugerišu investitorima mogućnost finansijske kontrole pozicija gradnje u odnosu na održivu cenu novoizgrađenog m² stana. Funkcije kriterijuma su minimalni troškovi izgradnje i minimalno vreme izgradnje.

Ključne reči: Stambena izgradnja, Procenti učešća radova u ceni novoizgrađenog stana po m², Održiva cena stambene izgradnje

Abstract: This paper analyzes the percentage of all the work in house building in relation to a sustainable cost price of newly built apartments per m². The analysis is conducted for the building sites in the First Zone in Novi Sad. The quality of newly built apartments has to meet the technical standards required. The percentages obtained may suggest to potential investors the possibility of financial control of building sites in relation to a sustainable price of a newly built square meter of an apartment. The functions of the criteria involved are: minimum costs and minimum building time.

Keywords: House building, percentage of all the work in the cost per m² of newly built apartments, sustainable price of house building.

Indeks autora

A

Aćimović Slobodan	483, 487
Aleksić Vule	256
Aleksić Zora	256
Andrejić Marko	412, 503
Andrić Gušavac Bisera	55
Andžić Slobodan	933
Andelić Mihajlo	314
Anić Aleksandra	29
Anić Ivan	256
Anokić Ana	17
Aristovnik Aleksander	419
Arnaudova Violeta	626
Arsić Miloš	609
Arsić Siniša	609
Arsić Sonja	129
Atanasova-Pachemska Tatjana	851
Avlijaš Goran	873
Avlijaš Radoslav	873

B

Babić Branko	343
Backović Marko	40
Baggia Alenka	909
Bakajac Marjana	545
Banković Radoje	202
Begović Jelka	736
Bijelić Aleksandar	845
Bjelić Nenad	509
Bobar Vjekoslav	49
Bogdanović Zorica	314
Boričić Marija	868
Borjan Miloš	275
Bošnjak Darko	326
Bošnjak Jelena	326
Bošnjak Nikolina	46
Bozović Jelena	96
Božanić Darko	679
Božilović Zvonko	215
Brkan-Vejzović Aida	839
Bubnjević Dalibor	654
Bulajić Milica	921
Bulut Ivana	332

C

Cicvarić Kostić Slavica	648
Cvejić Srbislav	165
Cvetković Dragoš	263, 269
Cvetković Sreten	620

Č, Ć

Čabarkapa Obrad	380, 396, 401, 406
Čanović Vladan	748
Čičević Svetlana	443
Čolaković Violeta	748
Čolić Vladeta	781
Čirić Ivana	463, 630

Ćirković Dragan	380
Ćirović Goran	239, 245, 250
Ćirović Marko	9

D

Damljanović Nada	593
Davidov Tatjana	287, 308
Delibašić Boris	451, 909
Despotović-Zrakić Marijana	314
Dimić Srđan	620, 685
Dimitrieva Evica	851
Dimitrijević Bojan	745
Dimitrijević Branka	497
Dobrota Marina	903
Dragosavac Miloš	69, 129
Dragović Ivana	545, 663
Dragović Nebojša	165
Dražić Jasmina	245
Drenovac Dragana	793
Dunjić Marina	406
Dutina Velimir	221

Đ

Đikanović Jasenka	810
Đogatović Marko	813
Đoković Aleksandar	845
Đorđević Marija	675
Đorović Boban	597, 679
Đukić Radoslav	380
Đurčić Dragan	593
Đurković Jovica	304

E

Eremić Đodić Jelica	326
Eskić Milorad	857

G

Gajić Grozdana	757
Ganić Aleksandar	751
Georgijević Milosav	293
Gigović Ljubomir	191, 197
Grbić Vladimir	141

I

Indić Dejan	642
Istrat Višnja	469
Išljamović Sonja	457
Ivkić Iva	587

J

Janković Irena	123
Janković Slađana	320
Janković Soja Svjetlana	17
Jelić Mile	708
Jeremić Marina	663
Jeremić Olivera	718
Jeremić Veljko	571, 903, 921

Joksimović Saša	697
Jovanović Milenković Marina	281, 571, 826
Jovanović Verka	207
Jović Saša	915
Jovović Marija	889
Jurišić Ignjat	736
Juznik Rotar Laura	437

K

Kankaraš Milan	620, 685
Karović Samed	724
Kelemenis Ksenija	730
Kilibarda Milorad	503
Kirin Snežana	757, 768
Knezević Milena	147, 153
Knežević Marija	135
Kočović Jelena	889
Kojić Jovana	675
Komazec Nenad	883
Končar Jelena	669
Korenak Boris	23
Kostić Jovana	530, 545
Kostić Pavle	349
Kostur Vladimir	702
Kovač Mitar	391
Kovač Mitar	718
Kovačević Jovana	663
Kragulj Dragana	109
Krivokapić Mirjana	17
Krstić Mladen	515
Kuljanin Jovana	787
Kurtanović Omer	927
Kutlača Đuro	425, 431
Kuzmanović Marija	3, 821

L

Lalić Srđan	49, 457, 469
Lazić Bratislav	349
Leković Sonja	87
Lepojević Borko	102
Leskovar Robert	909
Levajković Tijana	863
Lojić Ranko	642
Lučanović Paun	141
Lukovac Vesko	597
Luković Branka	712

LJ

Ljubojević Srđan	412, 685
------------------	----------

M

Macura Milenko	603, 653
Mačak Zoran	396, 401
Makajić Nikolić Dragana	9, 939
Makar Nenad	745, 748
Maksimović Svetomir	762
Mandić Ksenija	909
Manojlović Stojadin	724
Manojlović Vesna	269
Marcikić Aleksandra	492, 657
Marinković Dalibor	775

Marinović Minja	939
Marjanac Simeun	745, 748
Marković Aleksandar	571
Marković Bojan	813
Marković Dušan	483, 487
Marković Ljubo	221
Marković Stefan	523
Martić Milan	380, 387, 903
Masnikosa Vukašin	551
Mašić Milica	141
Matejić Vlastimir	359
Matković Predrag	275, 299
Mićović Radojka	406
Mihajlović Milan	933
Mijušković Veljko	483, 487
Milenkov Marjan	412, 702
Milenković Dejan	281, 826
Milenković Nemanja	845
Milenković Nina	159,
Milentijević Danijela	75, 91
Miletić Aleksandar	177
Miletić Siniša	23
Milić Marković Ljiljana	221
Milićević Milan	343
Milinović Momčilo	718
Milojević Ivan	933
Milosavljević Milos	648
Milošević Dragan	745, 748
Milovanović Miloš	337
Milunović Darko	183
Milutinović Aleksandar	751, 757, 768
Milutinović Jelena	534
Milutinović Miloš	314
Miljanović Igor	751, 757, 762
Mimović Predrag	897
Minović Jelena	34
Minović Miroslav	337
Mirkov Nenad	463
Mirković Vladimir	117
Mitrović Ivana	356
Mitrović Miroslav	614
Mitrović Slobodan	443
Mitrović Snežana	239, 250
Mitrović Vladimir	356
Mladenović Ivica	391, 396
Mladenović Nenad	387
Mladenović Snežana	320
Mosurović Ružičić Marija	425, 431
Mučenski Vladimir	245
Mučibabić Spasoje	380, 387, 396, 730, 736

N

Nađ Damir	177
Nedeljković Ranko	793
Nenadović Goran	614
Nešić Milkica	443
Nešić Zoran	332
Nikolić Dejan	702
Nikolić Dragan	239, 250
Nikolić Ilija	215
Nikolić Jovica	745, 748
Nikolić Miloš	497, 799

Nikolić Nebojša	939
Nikolić Nenad	215, 927
Nikolić Ružica	939
Nikolić-Paunić Daliborka	775
Novaković Mirjana	326

O

Obradović Jelena	129
Obradović Zoran	730
Okanović Milan	648
Opricović Serafim	374

P

Pacemska Sanja	851
Pamučar Dragan	597, 679
Pandžić Jelena	234
Pandžić Slobodan	234
Parežanin Miloš	109
Parojčić Stevo	736
Paunović Lidija	75, 91
Paunović Milorad	857
Paunović Saša	61
Pavlović Boban	724
Pecić Ljiljana	581
Peranović Miodrag	463
Peško Igor	245
Petković Jasna	675
Petrović Dalibor	391, 401, 718
Petrović Nataša	3, 9
Petrović P. Slavica	565
Petrović Rajko	153
Petrović Veljko	712
Pjevčević Danijela	497
Popin Milena	647
Popović Drazen	509
Popović Milena	3, 821
Popović Zoran	40, 775
Praščević Nataša	228
Praščević Živojin	228
Presburger Ulniković Vladanka	9

R

Račić Željko	183
Radivojević Gordana	349
Radojčić Stevan	202
Radojević Dragan	557
Radojičić Milan	845
Radojičić Miroslav	332
Radojičić Zoran	571
Radončić Hajradin	708
Radonjić Aleksandar	781
Radovanov Boris	492, 657
Radovanović Sandro	451
Radović Blažo	697
Rakićević Aleksandar	663
Rakićević Zoran	587
Raković Lazar	299
Ratković Branislava	509
Regodić Miodrag	191, 197, 202
Ristić Vladimir	642
Rstić Milan	177
Ružičić Vesna	593

S

Sakal Marton	275, 299
Sardžoska Elisaveta	577, 626
Savić Aleksandar	945
Savić Gordana	587, 921
Savić Suzana	883
Sedlak Otilija	630
Seke Kristina	281
Semenčenko Dušica	425, 431
Simeunović Barbara	55
Simićević Ana	873
Simović Aleksandar	81
Slavković Rade	708
Sniedovich Moshe	877
Soldić-Aleksić Jasna	474
Sredojević Dejan	69
Staletić Nada	81
Staletić Predrag	81
Stamenković Mladen	40
Stanković Jelena	897
Stanković Miomir	883
Stanković Miroslav	775
Stanojević Bogdana	540
Stanojević Jelena	863
Stanojević Milan	540
Stanojević Milorad	813
Starčević Dušan	61, 337
Stepić Marija	921
Stevanov Branislav	293
Stojanović Dragana	55
Stojković Dejan	697
Stošić Marija	921
Subošić Dane	396
Suknović Milija	451

Š

Šelmić Milica	805
Šormaz Gorana	349
Štrbac Dijana	425, 431

T

Tadić Danijela	530
Tadić Snežana	515
Tatomirović Slaviša	191, 202
Teodorović Dušan	363, 799, 805
Tešanović Branko	147, 153, 915
Tešić Zdravko	293
Tica Dragoljub	649, 951
Tica Miloš	649, 951
Tomaš Rajko	833
Tomašević Ivan	55
Tomić Slavoljub	234
Totić Selena	845
Trandafilović Saša	147, 165
Trifunović Dejan	889
Trivunić Milan	245
Trninić Jelica	304
Tumbas Pere	275, 299
Turudić Željko	171

U

Uček Marina	2, 3
Uzelac Ana	320

V

Vagić Maja	821
Vasin Ljubislav	597
Vežzović Zanin	839
Veličkovski Dušan	736
Velimirović Kosta	691
Velimirović Nemanja	691
Veljović Alempije	75, 91
Vidović Milorad	509
Vujić Slobodan	369, 745
Vujošević Mirko	9, 523, 810
Vukadinović Katarina	497, 781, 793
Vukelić Đorđe	207
Vukićević Ivana	497, 787, 805
Vukićević Milan	451
Vukosavljević Dejan	23

Vuković Vuk	304
Vuleta Jovo	387

Z

Zahar Đorđević Marija	530
Zečević Slobodan	515
Zlatanović Dejana	636
Zoranović Dragan	320
Zornić Nikola	571

Ž

Živković Katarina	730
Živković Lazar	425, 431
Živković Miloš	730
Živojinović Miljanović Ivana	762
Žižović Mališa	593