

**KOMPARATIVNA ANALIZA EFIKASNOSTI INTERNET  
PREZENTACIJA PRIMENOM ANALIZE OBAVIJANJA PODATAKA  
COMPARATIVE EFFICIENCY ANALYSIS OF INTERNET  
PRESENTATIONS USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS**

Gordana Savić

**REZIME:** Cilj radu je da se na ilustrativnom primeru ocene internet prezentacija predmeta na fakultetu prikaze na koji način je moguće koristiti Analizu obavijanja podataka za komparativnu analizu u elektronskom poslovanju. Analiza obavijanja podataka (DEA) je tehnika koja se koristi za poređenje i ocenu efikasnosti jedinica koje posluju u sličnom okruženju i koriste više ulaza za proizvodnju više različitih izlaza. Do sada je uporedo sa širenjem polja primene razvijen veliki broj modela. Biće prikazani i korišćeni osnovni CCR i DEA model sa kategorisjkim varijablama.

**KLJUČNE REČI:** Analiza obavijanja podataka, efikasnost, internet prezentacije.

**ABSTRACT:** The aim of the paper is to show the way of using Data Envelopment Analysis (DEA) in the field of e-business. Internet presentation of faculty subjects is used as decision-making units in our case study. DEA is linear programming technique designed for comparative analysis and efficiency measurement of observations doing in the same conditions and using the same multiple inputs for producing the same multiple outputs. Numerous models are developed during the years of applying DEA in the different nonprofit and profit industrial areas. CCR DEA and model with categorical variables is presented and used in this paper.

**KEY WORDS:** Data envelopment analysis, Efficiency, Internet presentations.

### 1. UVOD

Analiza obavijanja podataka (*Data Envelopment Analysis* - *DEA*) je tehnika matematičkog programiranja koju su Čarns, Kuper i Rouds [4] kreirali za komparativnu analizu entiteta, prevashodno neprofitnih organizacija kod kojih je teško utvrditi meru ulaza koji se koriste za proizvodnju izlaza. Jedinice koje se međusobno porede nazivaju se jedinice o kojima se odlučuje (*Decision Making Units* - *DMU*). Sve jedinice posluju u istim ili sličnim uslovima istim uslovima i koriste više istih ulaza za proizvodnju više istih izlaza. DEA metoda razdvaja jedinice na efikasne i neefikasne uzimajući u obzir više faktora kojima se dodeljuje težinski koeficijenti

Do sada je DEA primenjivana u raznim oblastima kao što su obrazovanje, zdravstvo, finansijski sektor, sport, itd. U ovom radu će biti prikazano kako se DEA može primeniti za procenu efikasnosti u oblasti elektronskog poslovanja. U drugom poglavlju je predstavljena analiza obavijanja podataka kao metodologija za komparativnu analizu efikasnosti. U trećem poglavlju je dat pregled primena DEA metode u oblasti elektronskog poslovanja u četvrtom poglavlju je prikazana procena efikasnosti internet prezentacija u neprofitnom obrazovnom sektoru.

### 2. ANALIZA OBAVIJANJA PODATAKA

Merenje efikasnosti u realnim sistemima predstavlja veoma složen proces iz razloga što organizacije u procesu poslovanja koriste više raznorodnih ulaze kako bi stvorile više raznorodnih izlaza. U tom slučaju ukupna efikasnost se definiše kao racio težinskih suma izlaza i ulaza pri čemu se javljaju problemi skaliranja i subjektivnosti pri određivanju važnosti tj. težinskih koeficijenata koji se dodeljuju pojedinim ulazima i izlazima.

Charnes, Cooper i Rodes [4] su rešili ove probleme tako što se za svaku jedinicu o kojoj se odlučuje određuju težinski

koeficijenti kao upravljačke odluke, a efikasnost se izražava kao broj između 0 i 1, tako da je i problem jedinstvenog skaliranja rešen. Svaka jedinica određuje vrednost težinskih koeficijenata na način koji njoj najviše odgovara. DEA, na osnovu podataka o ulazima i izlazima, ocenjuje da li je neka jedinica koja se posmatra efikasna ili nije relativno u odnosu na preostale jedinice uključene analizu. Na taj način se jedinica pozicionira na granicu efikasnosti ukoliko je indeks efikasnosti jednak 1, ili je obavijena sa njom ako je neefikasna. Prema tome DEA je neparatarska granična metoda za razliku od statističkih parametarskih metoda usrednjavanja.

U osnovnom DEA modelu pre svega se polazi od pretpostavke da su poznate vrednosti ulaza i izlaza za svaku DMU [4]. Charnes, Cooper i Rodes su predložili da se za svaku DMU<sub>k</sub>,  $k=1, 2, \dots, n$ , reši optimizacioni zadatak, koji je u literaturi poznat kao CCR ratio model. Zadatak je odrediti vrednosti za težinske koeficijente za svaki ulaz i izlaz tako da efikasnost posmatrane jedinice bude maksimalna. Težinski koeficijenti pokazuju stepen važnosti svakog ulaza i izlaza. Ako je vrednost za indeksa efikasnosti u funkciji cilja jednaka 1, onda je  $k$ -ta DMU relativno efikasna, a ako je manja od 1, tada je posmatrana DMU relativno neefikasna.

Prilikom rešavanja realnih problema, često se dolazilo u situaciju da neki od ulaza i izlaza izražavaju neku karakteristiku, te da mogu uzeti samo diskretne vrednosti iz određenog skupa vrednosti na ordinalnoj skali (npr. dobar, bolji, odličan). U ovakvim slučajevima ovaj izlaz kompozitne jedinice, formiran kao linearna ili konveksna kombinacija odgovarajućih ordinalnih vrednosti referentnih jedinica teško da bi imao smisla, jer bi se ordinalne vrednosti koristile kao da su merene na intervalnoj skali.

*Banker* i *Morey* [1] su ove probleme prevazišli tako što su modifikovali originalni dualni DEA model koji je poznat u literaturi [5 i 6]. Obezbedili su da se referentna grupa, jedinice koja se procenjuje, može sastojati samo od onih jedinica koje imaju iste ili lošije vrednosti za kategorijske varijable od nje same. Dakle, jedinica koja se ocenjuje upoređuje se samo sa

onim jedinicama koje posluju u sličnim ili lošijim uslovima od onih u kojima ona deluje. Na taj način, menadžment ovih jedinica se, za eventualnu neefikasnost, ne može pravdati lošim uslovima poslovanja.

Banker i Morey [2] su uveli  $L$  novih binarnih promenljivih  $d_k^l$  za svaku jedinicu odlučivanja, pri čemu ukupan broj vrednosti koje jedan ulaz kategorijske prirode može uzeti iznosi  $L+1$ . U zavisnosti od kategorije kojoj vrednost tog ulaza pripada, za jedinicu koja se ocenjuje promenljive  $d_k^l$  imaju sledeće vrednosti:

$d_k^1 = 0, l = 1, 2, \dots, L$ ; ako  $DMU_k$  ima najnižu vrednost (kategorija 1),

$d_k^1 = 1, d_k^l = 0, l = 2, 3, \dots, L$ ; ako  $DMU_k$  pripada kategoriji 2.

⋮

$d_k^l = 1, l = 1, 2, \dots, L$ ; ako  $DMU_k$  pripada kategoriji  $L+1$ .

Ako pretpostavimo da je  $m$ -ti ulaz kategorijske prirode onda se procena  $k$ -te DMU može izvršiti primenom sledećeg modela [2]:

$$(Min) Z_k - e \left( \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^{m-1} s_i^- \right) \quad (1)$$

p.o.

$$Z_k x_k - s_i^- - \sum_{j=1}^n l_j x_j = 0, \quad i = 1, \dots, m-1 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n l_j d_j^l \leq d_k^l, \quad l = 1, 2, \dots, L \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n l_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rk}, \quad r = 1, \dots, s$$

$$d_j^l = 0, 1 \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad l = 1, 2, \dots, L \quad (5)$$

gde je:

$Z_k$  - vrednost indeksa efikasnosti za  $DMU_k$

$x_{ij}$  - vrednost  $i$ -tog ulaza za  $DMU_j$ ,

$y_{rj}$  - vrednost  $r$ -tog izlaza za  $DMU_j$

$l_j$  - težinski koeficijent za  $DMU_j$

Prikazani model se od osnovnog DEA modela razlikuje u  $L$  novih ograničenja datih relacijom (3) koji se odnose na ulaz koji je kategorijske prirode. Ova ograničenja obezbeđuju da se referentna grupa za  $DMU_k$  sastoji samo od onih jedinica koje imaju  $m$ -ti ulaz u istoj ili nižoj kategoriji od nje same. Samo one dualne težine  $l_j$  koje se odnose na jedinice iz "iste" ili "nižih" kategorija mogu dobiti pozitivnu vrednost [2].

### 3. PRELGED PRIMENA DEA OCENU EFIKANSOTI ELEKTRONSKOG POSLOVANJA

Nastanak WWW-a (*World Wide Web*) i trend globalizacije svetskog tržišta, doveo je do promene poslovnog okruženja i imao dramatičan uticaj na budućnost elektronskog poslovanja. Trgovinska

preduzeća su morala da se prilagode novim trendovima da bi ostala konkurentna pošto su istraživanja pokazala da skoro polovina korisnika koji imaju računar kod kuće prave narudžbine preko Interneta. Elektronska trgovina se pokazala kao brži i jeftiniji način prodaje i kupovine. Ovakvi uslovi su doveli do promene odnosa prodavca prema kupcu i razvoju poslovanja orijentisanog ka kupcima (*business to customer* - B2C). Težnja svakog prodavca je da zadovolji potrebe korisnika u pravo vreme i na pravi način uz ostvarenje profita za preduzeće. U elektronskoj trgovini ne postoji neposredna fizička veza između potrošača i prodavaca. *Web* prezentacije predstavljaju virtuelne prodavnice i one bi trebalo da budu što bolje dizajnirane da bi pomogle ostvarenju cilja preduzeća - što veći profit uz zadovoljne kupce. U drugom poglavlju je dat primer merjenja efikasnosti *web* stranica elektronske maloprodaje (*e-retailing*).

U elektronskoj trgovini kupci imaju mnogo aktivniju ulogu u odnosu na tradicionalnu trgovinu, pošto oni iniciraju kupovinu i prate proces dostave naručene robe. Zato se može reći da elektronsko poslovanje podrazumeva i upravljanje odnosima sa kupcima (*Customer Relationship Management* - CRM). Jasno je da će kupci koji lakše, brže i jeftinije kupe željenu robu postati lojalni prodavcu, preporučiti ga prijateljima ili poznanicima i na taj način povećati promet tj. profitabilnost trgovinskog preduzeća. Znači osnovni cilj svakog Internet prodavca bi trebalo da bude da ima što efikasnije kupce i za merenje efikasnosti je korišćena DEA [7]. U tom slučaju ulazni faktori mogu biti finansijski (ulaganja u internet tehnologiju), operativni (operativni troškovi i faktori specifični za elektronsko poslovanje, a odnose se na broj zaposlenih). Izlazni faktori takođe mogu biti finansijski (pokazatelji profitabilnosti i iskorišćenosti kapitala), operativni (kapacitivnost, iskorišćavanje) i faktori koji su specifični za elektronsko poslovanje a odnose se na kvalitet informacija, mogućnost učenja, privlačnost sadržaja, kvalitet servisa, mogućnost održavanja itd.

Postoji više radova iz ove oblasti, a jedan od njih je studija koja se odnosi na procenu efikasnosti *web* prezentacija korišćenjem DEA metode [3]. Ova studija uvodi jedan prototip menadžerskog instrumenta koji se koristi za merenje i upravljanje efikasnošću od poslovnih (trgovačkih) do korisničkih *web* sajtova. *Web* sajt predstavlja jedinicu odlučivanja (DMU), i DEA se koristi za određivanje svih efikasnih sajtova kao i za pružanje smernica, za poboljšanje efikasnosti, svim neefikasnim sajtovima.

### 4. KOMPARATIVNA ANALIZA INTERNET PREZENTACIJA

U ovom radu je vršena procena efikasnosti domaćih internet prezentacija u neprofitnom tj. obrazovnom sektoru. Obzirom da fakulteti, kao visoko obrazovne ustanove, predstavljaju ogledalo razvoja nekog društva odlučeno je da procena efikasnosti bude fokusirana upravo na njih, na *web* prezentacije fakulteta i to fakulteta koji su vezani za informatiku i čiji će studenti u budućnosti imati uticaj na nivo nformatičke razvijenosti. U ovom poglavlju će biti prikazan primer ocene efikasnosti tj. korisnosti Internet prezentacija predmeta na Fakultetu organizacionih nauka.

Prva faza primene DEA metode podrazumeva izbor jedinica odlučivanja. Od 46 predmeta koji imaju svoje internet prezentacije izabrano je 10. To su zajednički predmeti za sve smerove. Na ovaj način olakšan je proces prikupljanja podataka

o DMU, jer se podaci mogu dobiti od bilo kog studenta FON-a (bez obzira na smer) i izbegnuta je pristrasnost koju pojedini studenti imaju prema stručnim predmetima na svom smeru.

Druga faza predstavlja izbor ulaznih i izlaznih faktora. Ova faza je veoma značajna pošto će od pravilnog izbora ulaznih i izlaznih faktora zavistiti i validnost rezultata. U neprofitnom sektoru je teže odrediti parametre za analizu pošto us neki od njih nemerljivi tj. kvalitativni. Na primer u radu [8] je navedeno da se kao ulazi mogu posmarati ukupan broj internet (HTML) stranica, broj različitih referenci na neke druge prezentacije, prosečna veličina stranica (u kB), broj stranica koji zahteva selektovanje tri ili više linkova da bi se do njih došlo, učestalost ažuriranja stranica, ukupni troškovi rada, ukupna sredstva. Ova dva poslednja faktora, odmah se mogu odbaciti, jer oni više odgovaraju proceni efikasnosti internet kompanija, koje za cilj imaju prodor na internet i sticanje prihoda od svojih aktivnosti. Ukupan broj HTML stranica predstavlja sasvim logičan izbor, jer veći broj stranica tj. veći sadržaj garantuje veću posećenost (naravno ako je sadržaj kvalitetan). Broje samo statičke stranice, jer se većina prezentacija namenjenih prezentovanju predmeta i sastoji od statičkih stranica, a statički sadržaj je mnogo lakše ocenjivati od dinamičkog. Reference na druge stranice postoje, ali se one odnose uglavnom na fakultet, druge predmete, laboratorije, te se ovaj faktor ne uzima kao ulazni.

Veličina internet stranice utiče na brzinu otvaranja te stranice. Kod onih koje su jako velike, brzina otvaranja je jako mala i obrnuto. Pošto se do ovih podataka ne može tako jednostavno doći, prosečna veličina stranica se izostavlja kao ulaz. Broj stranica koje zahtevaju selektovanje tri ili više linkova da bi se do njih došlo ukazuju na to koliko su prezentacije dobro osmišljene i organizovane u smislu što lakšeg dolaska do željenog sadržaja. Obzirom da prezentacije predmeta, predstavljaju samo delove jedne velike internet prezentacije čitavog fakulteta, odlučeno je da se ovaj broj smanji i da se kao ulaz uzmu stranice koje zahtevaju selektovanje dva ili više linkova da bi se do njih došlo. Ostalo je još da se razmotri učestalost ažuriranja stranica. Ažuriranje igra veoma bitnu ulogu, ali učestalost ažuriranja prezentacije predmeta zavisi i od učestalosti promene programa rada, ispitnih rokova, itd. Taj parametar je nemerljiv i nije uzet u analizu.

Nakon završene analize svih sedam faktora početne liste, kao ulazi su odabrani faktori pod kontrolom jedinice koja se ocenjuje.:

- ukupan broj HTML stranica;
- broj stranica koje zahtevaju selektovanje dva ili više linkova da bi se do njih došlo.

Prilikom ocene efikasnosti internet kompanija [7], kao sto su portali/pretraživači, *e-prodavci*, potom *web* sajtovi organizovani oko specifičnog sadržaja i ličnih i profesionalnih interesovanja, kao izlazi su uzeti prihod koji ove kompanije ostvaruju (što reklamiranjem, što prodajom) kao i neki elementi mrežne metrike (jedinstveni posetioči, posete stranama, potrošeno vreme, lojalnost i sl.).

Navedeni izlazi se ne mogu koristiti prilikom ocene efikasnosti internet prezentacija predmeta fakulteta jer fakultet spada u grupu neprofitnih organizacija i njegov cilj nije sticanje prihoda, a podaci o elementima mrežne metrike nisu dostupni široj javnosti. Posećenost sajta u velikoj meri zavisi od kvaliteta sadržaja, te se kao izlazni faktori uzimaju:

- ocena obima informacija koji pruža *web* prezentacija,
- broj pristupa *web* prezentaciji u toku semestra.

Da bi se došlo do vrednosti izlaznih faktora za svaku DMU, sprovedena je anketa u kojoj je učestvovalo 53 studenta. Anketa se sastojala iz dva pitanja. u kojoj se prvim pitanjem dolazi se do podataka koji ukazuju na obim informacija koji pružaju internet prezentacije predmeta i procenjuje se na skali od 1 do 9, a drugo pitanje se odnosi na učestalost pristupa sadržajima prezentacija, i što je broj pristupa veći to je sadržaj prezentacija korisniji za studente. Posle analize odgovora preostalo preostalo je 39 ispravnih anketnih listića.

Obim informacija koji pružaju internet prezentacije (Izlaz 1) se izražava na skali od 1 do 9 i može se posmatrati kao kategorijska promenljiva. U tom slučaju vrednost Izlaza 1 može pripadati jednoj od sledeće četiri kategorije i to:

- 0-3, prva. kategorija,
- 3-5, druga kategorija,
- 5-7, treća. kategorija,
- 7-9, četvrta kategorija.

Vrednosti ulaza i izlaza su date u tabeli 1.

**Tabela 1:** Vrednosti ulaza i izlaza

Predmet	Ulaz 1	Ulaz 2	Izlaz 1	Izlaz 1 (ordinalne vrednosti)	Izlaz 2
Marketing	11	5	2.13	1	2.16
Ekonomija	8	0	1.21	1	0.89
Menadžment	14	3	2.74	1	3.79
Verovatnoća I statistika	22	5	3.54	2	3.89
Engleski jezik	24	15	3.21	2	3.84
Menadž. tehnologije	14	1	6.18	3	9.78
UIS	19	5	6.51	3	10.05
Matematika 2	16	8	5.59	3	10.37
Matematika 1	16	8	5.64	3	10.45
Operaciona istraživanja	18	2	7.69	4	19.36

U trećoj fazi se bira DEA model koji će biti primenjen za ocenu efikasnosti posmatranih entiteta. U ovom slučaju najpre će se koristiti CCR DEA model, a zatim prikazani model (1)-(5) sa ograničenjima za kategorijske varijable.

Pošto ima 10 jedinica odlučivanja neophodno je rešiti po 10 zadataka linearnog programiranja za oba tipa modela, pri čemu u kategorijskom modelu postoje tri binarne promenljive  $d_{j1}$ ,  $d_{j2}$  i  $d_{j3}$ , a vrednosti koje ove promenljive uzimaju u zavisnosti od kategorije kojoj DMU pripada prikazane su u Tabeli 2: Na taj način je obezbeđeno da se referentna grupa sastoji samo od onih jedinica čije prosečne ocene obima informacija pripadaju istoj ili nižoj kategoriji. U tabeli 1 kategorije su razdvojene duplom linijom.

**Tabela 2.** Vrednosti kategoriskih promenljivih

Ocena obima informacija	$d_{j1}$	$d_{j2}$	$d_{j3}$
Kategorija 1	0	0	0
Kategorija 2	1	0	0
Kategorija 3	1	1	0
Kategorija 4	1	1	1



Tabela 3. Vrednosti indeksa efikasnosti

DMU	Indeks efikasnosti	
	(CCR model)	(kategorijski model)
Marketing	43.83%	70.71%
Ekonomija	<b>100.00%</b>	94.44%
Menadžment	44.40%	<b>100.00%</b>
Verovatnoća i statistika	36.44%	65.40%
Engleski jezik	30.26%	59.14%
Matematika1	80.63%	<b>100.00%</b>
Matematika2	79.90%	98.50%
UIS	77.66%	77.89%
Menadžment tehnologije	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>
Operaciona istraživanja	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

U Tabeli 3 prvu kolonu čine jedinice odlučivanja, drugu vrednosti indeksa efikasnosti dobijene primenom osnovnog DEA modela, a treću kolonu vrednosti dobijene primenom kategorijskog modela. Efikasne su sve one DMU čiji indeks efikasnosti iznosi 100 %, dok su sve ostale neefikasne. Vidi se da 3 odnosno 4 od 10 predmeta tri ima efikasnu internet prezentaciju: Sve jedinice za koje je indeks efikasnosti jednak 100% su efikasne a ostale jedinice su neefikasne i potrebno je da povećaju performanse do 100% da postale efikasne. i treba da smanje vrednost ulaza ili poboljšaju izlaze

Vidi se da Ekonomija koja je kod CCR modela bila ocenjena kao efikasna kod kategorijskog modela je ocenjena kao neefikasna, dok Matematika 1 i Menadžment koji su kod CCR modela bili neefikasni kod kategorijskog modela postaju efikasni. Ekonomija u odnosu na sve jedinice sa kojima se poredi (a to su sve ostale) ima najmanje vrednosti izlaznih promenljivih, ocena obima informacija iznosi 1.21 a prosečan broj pristupa 0.89. Ako se posmatraju ulazne promenljive Ekonomija ponovo ima najmanje vrednosti, ima ukupno 8 HTML stranica pri čemu nema nijednu stranicu koja zahteva selektovanje dva ili više linkova da bi joj se pristupilo. Obzirom da se kod CCR modela kao efikasne jedinice pojavljuju one koje imaju najpovoljniji odnos vrednosti jednog njenog izlaza i jednog ulaza, Ekonomija je proglašena kao efikasna. Vrednosti ulaznih promenljivih su toliko male da Ekonomiji obezbeđuju najpovoljniji odnos Izlaz/Ulaz, bez obzira na male vrednosti njenih izlaznih promenljivih.

Kategorijski model ocenu obima informacija posmatra kao promenljivu kategorijske prirode i na osnovu njene vrednosti Ekonomija je svrstana u Kategoriju 1, zajedno sa Menadžmentom i Marketingom. Vrednosti za ocenu obima informacija kod ovih DMU se postavljaju na jedinicu, dakle dolazi do njenog smanjenja u odnosu na CCR model. Ovoga puta niske vrednosti ulaznih promenljivih nisu mogle da pokriju, sada još niže vrednosti izlaznih promenljivih koje ima internet prezentacija Ekonomije tako da je ona ovoga puta proglašena kao neefikasna, dok je Menadžment postao efikasan. Prezentacija predmeta Matematika 1 je poredena samo sa internet prezentacijama predmeta koji imaju približno istu ili manju vrednost ocene obima informacija. Zbog visoke vrednosti Izlaza 2 (broja pristupa u toku semestra) proglašena je kao efikasna jedinica, zajedno sa Menadžmentom tehnologije i razvoja, koji pripada istoj kategoriji.

Kada su u pitanju neefikasne jedinice uočeno je da su za većinu predmeta dobijene veće vrednosti indeksa efikasnosti i drugačije referentne grupe, a ciljni ulazni i izlazni nivoi sa sada znatno realniji.

#### 4. ZAKLJUČAK

Osnovna razlika između osnovnog CCR DEA modela i DEA modela sa kategorijskim varijablama je u načinu na koji se posmatraju vrednosti ulaznih i izlaznih promenljivih. CCR model, pri proceni efikasnosti, vrednosti svih ulaznih i izlaznih promenljivih posmatra kao kontinualne, dok kategorijski model vrednosti pojedinih ulaza i izlaza posmatra kao diskretne. U prvom slučaju ocena obima informacija je posmatrana kao kontinualna varijabla, uzimane su stvarne vrednosti ovog ulaza i sve jedinice odlučivanja su se međusobno poredile. U drugom slučaju (kategorijski model), ocena obima informacija je posmatrana kao kategorijska varijabla, čija je vrednost zavisila od kategorije kojoj DMU pripada, a jedinice odlučivanja su se poredile samo sa onim jedinicama koje pripadaju istoj ili nižoj kategoriji tj. samo sa onim internet prezentacijama koje imaju približno istu ili manju ocenu obima informacija. Na osnovu analize dobijenih rezultata se može zaključiti koje aspekte prezentacije je potrebno popraviti da bi se postigao željeni efekat kod ciljne grupe portaloša (u ovom slučaju studenata).

Cilj ovog rada je bio da prikaže da se analiza obavijanja podataka može koristiti i za komparativnu analizu internet prezentacija u neprofitnom sektoru. Takođe, prikazan je način izbora ulaznih i izlaznih parametara i prikupljanja podataka o njihovim vrednostima ako su kategorijske prirode. Na sličan način se mogu porediti prezentacije organizacije, obrazovnih ili zdravstvenih institucija u zavisnosti od ciljeva koji se žele postići njihovim kreiranjem i usavršavanjem.

#### LITERATURA

- [1] Banker, R.D., Charnes A., Cooper W.W., "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 30(9), 1984, 1078-1092.
- [2] Banker, R.D., Morey R., "The Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 32(12), 1986, 1613-1627.
- [3] Iervolino C., "Using Data Envelopment Analysis To Measure Web Site Efficiency", School of Computer Science and Information Systems - Pace University, New York, 2002.
- [4] Cook, W.D., Kress M., Seiford L., "On the Use of Ordinal Data in DEA", *Journal of the Operational Research Society*, 44, 1993, 133-140.
- [5] Martić M., "Analiza obavijenih podataka sa primenama", doktorska disertacija, FON, Beograd 1999.
- [6] Popovic G., "Ocena efikasnosti kreditnih programa pomoću Analize obavijanja podataka", magistarski rad, FON, Beograd, 2006.
- [7] Popovic G., Martić M., "Mogućnosti primene DEA metode za ocenu efikasnosti elektronske trgovine", *Zbornik radova SYM-OP-IS 2002, Tara*, 2002, II19-II22
- [8] Serrano-Cinca C., Fuertes-Callen Y., Mar-Molinero C., "Measuring DEA efficiency in Internet companies", Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 2005.



Gordana Savić

Fakultet organizacionih nauka, Beograd

Oblasti interesovanja: Procena efikasnosti i matematičko modeliranje, optimizacija u realnim sistemima, softver za napredno planiranje i rasporedjivanje