

Danijela Rabar\*

UDK 61:330.44(497.5)  
JEL Classification I12, C67  
Izvorni znanstveni članak

## OCJENJIVANJE EFIKASNOSTI POSLOVANJA HRVATSKIH BOLNICA METODOM ANALIZE OMEĐIVANJA PODATAKA

*Analiza omeđivanja podataka (AOMP) neparameterska je metoda koja se zasniva na linearnom programiranju, a njome se koristi za ocjenjivanje relativne efikasnosti usporedivih entiteta na osnovi empiričkih podataka o njihovim inputima i outputima. Pogodna je u slučajevima kada ostali pristupi ne daju zadovoljavajuće rezultate. Cilj je ovoga rada primjena te metode u mjerenju efikasnosti 63 bolnice u zdravstvenom sustavu Republike Hrvatske na osnovi dvaju inputa i dvaju outputa. Usporedba rezultata osnovnih modela s konstantnim i varijabilnim prinosom pokazala je relevantnost modela BCC, a odabrano je usmjerenje na inpute. AOMP identificirala je efikasne bolnice koje predstavljaju primjere dobrog poslovanja i neefikasne bolnice koje je potrebno analizirati kao kandidate za preustroj. Utvrđeni su izvori i iznosi neefikasnosti u svakom inputu i outputu, i dane su smjernice za potrebna poboljšanja. Kao proširenje osnovnoga, uveden je kategorijski model koji uzima u obzir različite razine složenosti usluga koje bolnice pružaju i izolira utjecaj njihovoga međusobno neravnopravnoga položaja na rezultat efikasnosti. Analiza nije pokazala značajnije razlike u ocjenama efikasnosti na osnovi čega se može zaključiti kako razina složenosti usluga nema većeg utjecaja na poslovanje bolnica ako se ono promatra kroz ovdje odabrane inpute i outpute.*

*Ključne riječi: analiza omeđivanja podataka (AOMP), efikasnost, bolnica, model BCC, efikasna granica, projekcija, referentni skup, kategorijski model*

---

\* D. Rabar, mr. sc., dipl. ing. mat., asistentica na Odjelu za ekonomiju i turizam "Dr. Mijo Mirković" Sveučilišta Jurje Dobrile u Puli. (e-mail: drabar@unipu.hr). Prvobitna verzija rada primljena u uredništvo 25. 03. 2010., a definitivna 13. 07. 2010.

## 1. Uvod

Zdravstvenu djelatnost u Republici Hrvatskoj obavljaju zdravstvene ustanove u državnome vlasništvu ili u vlasništvu županija i zdravstvene ustanove u privatnome vlasništvu. Zdravstvena se zaštita provodi na četiri razine koje su različito uvjetovane, a to se među ostalim očituje u bitno različitim načinima financiranja različitih tipova zdravstvenih ustanova na tim razinama.

U ovome ćemo se radu ograničiti na zdravstvene ustanove koje obavljaju bolničku djelatnost, a izdvojili smo ih zato što imaju najveći udio u strukturi ukupnih prihoda i rashoda u sustavu zdravstva Republike Hrvatske. Tome u prilog govore financijski i prirodni pokazatelji dostupni u godišnjim izvješćima o financijskom poslovanju Hrvatskoga zavoda za zdravstveno osiguranje (HZZO) kao krovne institucije sa zadaćom provođenja osnovnoga i dopunskoga zdravstvenoga osiguranja u Republici Hrvatskoj.

Zahtjevi menadžmenta za stalnim praćenjem i analizom sve složenijih pokazatelja uspješnosti poslovanja bolnica sve su brojniji. Razlog za potrebu takvih razmatranja stalni je manjak sredstava za održavanje i za kvalitetno funkcioniranje zdravstvenoga sustava, a iz toga proizlaze zahtjevi HZZO za sve većom efikasnošću bolnica i provođenje sve veće državne kontrole sredstava koja se slijevaju u zdravstveni sustav i usluga koje zauzvrat pružaju zdravstvene ustanove. Zahvaljujući navedenom, potreba za uvođenjem znanstvenih metoda u proces odlučivanja sve se više širi i na zdravstveni sustav. Štoviše, postoji konsenzus o tome da one bolnice rukovodstva kojih bolje razumiju važnost procjene i korištenja informacijama i tehnologijom imaju bolje izgleda za uspješno poslovanje.

Efikasnost predstavlja omjer dobivenoga i uloženoga, točnije outputa i inputa. Budući da je za ocjenu uspješnosti poslovanja bolnica potrebno istodobno obraditi više inputa i više outputa, do navedenoga omjera dolazimo formiranjem virtualnoga inputa i virtualnog outputa kao linearnih kombinacija težina i vrijednosti stvarnih inputa i outputa. Pritom, svaki input i output može biti izražen u različitim mjernim jedinicama. Uz to, nije poznata eksplicitna veza među njima, a određivanje težina predstavljalo bi subjektivnu procjenu njihove važnosti i pridonijelo neobjektivnosti analize. U danim je okolnostima uspješnost poslovanja teško ocijeniti tradicionalnim pristupima, pa je dobar odabir neparаметarska metoda analize omeđivanja podataka (AOMP) koja nadilazi spomenute probleme i nudi čitav spektar korisnih rezultata među kojima valja istaknuti mogućnost utvrđivanja izvora neefikasnosti i njihove veličine u svakome inputu i u svakome outputu. To je iznimno vrijedan podatak na osnovi kojega menadžment bolnice može postaviti ciljeve koje mora doseći i donijeti odluke koje će do tih ciljeva doista i dovesti.

AOMP je relativno mlado područje s tendencijom brzoga širenja, ono povezuje nekoliko znanstvenih područja, uključivši menadžment, operacijska istraživanja, ekonomiju i matematiku. U svega tridesetak godina od svoga nastanka (Charnes, Cooper i Rhodes, 1978.), postala je središnja tehnika u čitavome nizu analiza proizvodnosti i efikasnosti korištenih pri uspoređivanju organizacija, tvrtki, regija i zemalja. Iz tog je područja napisano više od četiri tisuće znanstvenih radova (Emrouznejad, Parker i Tavares, 2008.) i razvijeno je više modela koji se razlikuju po izboru prinosa na opseg djelovanja (konstantni ili varijabilni), po usmjerenosti modela na inpute ili outpute i dr. U određivanju efikasnosti poslovanja AOMP se primjenjuje u poljoprivredi, u školstvu, u zdravstvu i u drugim područjima. Navedeno govori o zanimanju, značaju i razvitku metodologije i njezine primjene.

U našoj je zemlji AOMP primjenjivana u bankarstvu (Neralić, 1996.; Jemrić i Vujčić, 2002.; Hunjak i Jakovčević, 2003.), u industriji (Hunjet, 1998.), u poljoprivredi (Bahovec i Neralić, 2001.), u trgovini (Petrov, 2002.; Šegota, 2003. i 2008.), u ekonomiji rada (Lovrić i Šegota, 2003.), u ekonomici osiguranja (Davosir Pongrac, 2006.) i u javnim financijama (Slijepčević, 2009.). Brojne se primjene odnose na područje šumarstva, gdje skupina autora (Šporčić, Šegotić, Martinić, Landekić, Lovrić) u razdoblju od godine 2006. do 2009. objavljuje niz znanstvenih radova.

Ispitivanje efikasnosti bolnica u Republici Hrvatskoj primjenom metode AOMP nije bilo predmetom stručnih rasprava ili istraživanja sve do godine 2009. (Rabar), što ga čini dodatno zanimljivim.

Cilj je ovoga rada ocjena aspekta poslovanja zdravstvenih ustanova koji se odnosi na bolničku zdravstvenu zaštitu primjenom metode AOMP i utvrđivanje smjera mogućih promjena u poslovanju na osnovi analize provedene uz pomoć iste metode. Procjena poslovanja pri liječenju "ležećih" pacijenata primjer je na kojem su provedena istraživanja i prikazane mogućnosti primjene metode AOMP u zdravstvu.

## 2. Metode rada

Analiza omeđivanja podataka jest skup modela i metoda zasnovanih na matematičkom programiranju. Podaci o korištenim inputima i outputima uvrštavaju se za sve promatrane donositelje odluke (DO) u linearni program koji predstavlja odabrani model AOMP. Na taj se način ocjenjuje efikasnost pojedinačnog DO unutar skupa usporedivih DO, tj. takvih koji pretvaraju višestruke inpute u višestruke outpute istovrsne kao i one promatranoga DO. Budući da se efikasnost

pojedinih DO mjeri u odnosu na druge DO, govorimo o relativnoj efikasnosti iznos koje je između 0 i 1, a njegova se odstupanja od jedinice pripisuju višku inputa ili manjku outputa.

AOMP određuje empirijsku granicu efikasnosti (granicu proizvodnih mogućnosti) omeđujući inpute odozdo a outpute odozgo, a zato što je određuju (najbolji) postojeći DO, granica je efikasnosti ostvariv cilj kojemu moraju težiti neefikasni DO. Oni efikasnost postižu projekcijom na efikasnu granicu. Tako se, za razliku od tipičnih statističkih pristupa koji se zasnivaju na prosječnim vrijednostima, AOMP bazira na ekstremnim opažanjima, uspoređujući svaki DO samo s onim najboljima.

Težine inputa i outputa određuju se primjenom metode na način koji pridružuje skup najpovoljnijih težina svakom DO. Pojam najpovoljniji znači da je rezultirajući omjer outputa i inputa za svaki DO maksimiziran u odnosu na sve ostale DO kada su te težine pridružene pripadajućim inputima i outputima za svakog DO.

Potrebno je odrediti relativnu efikasnost svakoga pojedinoga od  $n$  promatranih  $DO_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) koji se koriste  $m$  inputom i ostvaruju  $s$  outputa.

Osnovni modeli AOMP kojima se istovremeno i najčešće koristi u primjenama jesu CCR<sup>1</sup> i BCC<sup>2</sup>, nazvani tako po inicijalima svojih autora.

## 2.1 Model CCR

Model CCR zasniva se na pretpostavci konstantnoga prinosa. To znači da izvedivost aktivnosti  $(X, Y)$  povlači izvedivost aktivnosti  $(tX, tY)$  za svaki pozitivan broj  $t$ . Granica efikasnosti takvoga modela prikazana je na primjeru s jednim inputom i jednim outputom (slika 1.).

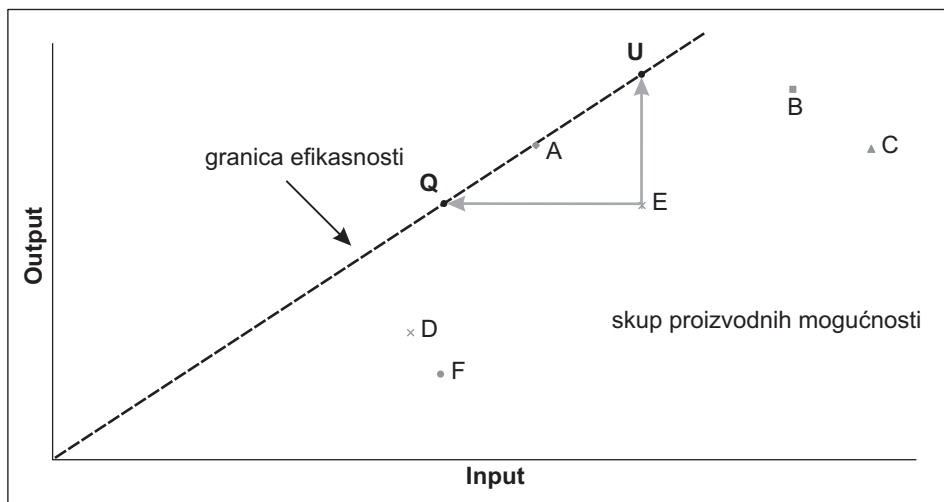
---

<sup>1</sup> Charnes-Cooper-Rhodesov model

<sup>2</sup> Banker-Charnes-Cooperov model

Slika 1.

PRIKAZ GRANICE EFIKASNOSTI MODELA CCR



Osnovna se ideja modela sastoji u sljedećem: za svakoga se DO formiraju, uz pomoć težina outputa ( $u_r$ ) ( $r = 1, \dots, s$ ) i težina inputa ( $v_i$ ) ( $i = 1, \dots, m$ ), virtualni output i input. Cilj je odrediti težine koje maksimiziraju njihov omjer. Takva se ocjena relativne efikasnosti promatranoga  $DO_0$  ( $0 \in \{1, \dots, n\}$ ) postiže rješavanjem sljedećega problema razlomljenoga programiranja (Cooper, Seiford i Tone, 2006., str. 23):

$$\max \theta = \frac{u_1 y_{10} + u_2 y_{20} + \dots + u_s y_{s0}}{v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_m x_{m0}}$$

uz ograničenja 
$$\frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

Sada se može odabrati nova varijabla  $t$  tako da je

$$t(v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_m x_{m0}) = 1,$$

iz čega slijedi da je  $t > 0$ . Množenje brojnika i nazivnika sa  $t$  ne mijenja vrijednost nijednoga razlomka. Zato se uvođenjem Charnes-Cooperove transformacije

$$\mu_r = t u_r, \quad r = 1, \dots, s$$

$$v_i = t v_i, \quad i = 1, \dots, m$$

gornji razlomljeni program može zamijeniti slijedećim ekvivalentnim linearnim programom u obliku multiplikatora:

$$\max \theta = \mu_1 y_{10} + \dots + \mu_s y_{s0}$$

$$\text{uz ograničenja} \quad v_1 x_{10} + \dots + v_m x_{m0} = 1$$

$$\mu_1 y_{1j} + \dots + \mu_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj} \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s \geq 0$$

Optimalno rješenje ovoga linearnoga programa jest  $(\theta^*, v^*, u^*)$ , gdje  $v$  i  $u$  predstavljaju vektore težina inputa i težina outputa.

**Definicija 1.** (CCR – efikasnost) (Cooper, Seiford i Tone, 2006., str. 24)

1.  $DO_0$  je CCR-efikasan ako je  $\theta^* = 1$  i postoji barem jedan optimalni  $(v^*, u^*)$  sa  $v^* > 0$  i  $u^* > 0$ .
2. Inače je  $DO_0$  CCR-inefikasan.

Neka je  $E'_0 = \left\{ DO_j : \sum_{r=1}^s u_r^* y_{rj} = \sum_{i=1}^m v_i^* x_{ij} \right\}$ . Tada se podskup  $E_0$  skupa  $E'_0$  koji

se sastoji od CCR-efikasnih DO naziva *referentni skup* za  $DO_0$ . Skup koji je razapet sa  $E_0$  naziva se *efikasna granica* od  $DO_0$ .

Pripadajući dualni linearni program u obliku omeđivanja podataka ima oblik (Cooper, Seiford i Tone, 2006., str. 43-44)

$$\min \theta$$

$$\text{uz ograničenja} \quad \theta x_0 - X\lambda \geq 0$$

$$Y\lambda \geq y_0$$

$$\lambda \geq 0$$

gdje je  $X = (x_j) \in \mathbf{R}^{m \times n}$  matrica korištenih inputa, a  $Y = (y_j) \in \mathbf{R}^{s \times n}$  matrica ostvarenih outputa.

Iz ograničenja se vidi da, u slučaju kada je  $\theta^* < 1$ ,  $(X\lambda, Y\lambda)$  pokazuje bolje rezultate nego  $(\theta x_0, y_0)$ . U skladu s time definiraju se dopunske varijable  $s^- = \theta x_0 - X\lambda$  i  $s^+ = Y\lambda - y_0$  koje se interpretiraju kao višak inputa i manjak outputa. Za njihovo je otkrivanje potrebno provesti dvofazni postupak. U prvoj se fazi minimizira  $\theta$ , a u drugoj se maksimizira zbroj viškova inputa i manjkova outputa uz korištenje optimalne vrijednosti  $\theta^*$  funkcije cilja iz prve faze.

**Definicija 2.** (referentni skup) (Cooper, Seiford i Tone, 2006., str. 47)

Za neefikasni  $DO_0$  definiramo njegov referentni skup  $E_0$  zasnovan na rješenju dobivenom nakon prve i druge faze sa

$$E_0 = \{DO_j \mid \lambda_j^* > 0\} \quad (j \in \{1, \dots, n\})$$

Optimalno rješenje izražava se kao:

$$\theta^* x_0 = \sum_{j \in E_0} x_j \lambda_j^* + s^{-*}$$

$$y_0 = \sum_{j \in E_0} y_j \lambda_j^* - s^{+*}$$

Navedene relacije sugeriraju da efikasnost od  $(x_0, y_0)$  za  $DO_0$  može biti doseguta ako se vrijednosti inputa smanje proporcionalno s omjerom  $\theta^*$  i ako se uklone viškovi inputa zabilježeni u  $s^{-*}$ , a vrijednosti outputa povećaju manjkovima outputa u  $s^{+*}$ . Opisano poboljšanje može se izraziti slijedećom formulom poznatom pod nazivom *CCR-projeksija*:

$$\hat{x}_0 = \theta^* x_0 - s^{-*}$$

$$\hat{y}_0 = y_0 + s^{+*}$$

Za ocjenu relativne efikasnosti  $DO_0$  u modelu CCR usmjerenom na outpute koristi se linearnim programom (Cooper, Seiford i Tone, 2006., str. 58)

$$\max \eta$$

uz ograničenja  $x_0 - X\mu \geq 0$

$$\eta y_0 - Y\mu \leq 0$$

$$\mu \geq 0$$

Za otkrivanje mogućih viškova inputa i manjkova outputa za  $DO_0$  također se koristi dvofaznim postupkom koji se od prethodno opisanoga razlikuje u ovo-  
me: optimalna vrijednost funkcije cilja  $\eta^*$  sada predstavlja recipročnu vrijednost  
iznosa efikasnosti, a za neefikasnog  $DO_0$  istovremeno i faktor povećanja vektora  
outputa  $y_0$  na  $\eta^* y_0$ . Dopunske se varijable definiraju sa  $t^- = x_0 - X\mu$  i  $t^+ = Y\mu - \eta y_0$ ,  
a poboljšanje se izražava sa  $= x_0 - t^{-*}, = \eta^* y_0 + t^{+*}$ .

Neefikasan DO doseže efikasnost projekcijom na granicu efikasnosti (slika  
1.). Za E, točka Q predstavlja projekciju prema modelu usmjerenome na inpute, a  
točka U predstavlja projekciju prema modelu usmjerenome na outpute. U praksi  
je ponekad teško ostvariti toliko smanjenje inputa ili povećanje outputa, pa se  
može preporučiti kompromis dvaju usmjerenja koji kompromis predstavlja dose-  
zanje bilo koje točke na dijelu granice između točaka Q i U.

## 2.2 Model BCC

U slučaju rastućega ili opadajućega prinosa, kod kojega proporcional-  
no povećanje inputa rezultira više ili manje nego proporcionalnim povećanjem  
outputa, radi se o varijabilnom prinosu kod kojega valja odabrati model BCC  
(Banker, Charnes i Cooper, 1984.).

BCC model usmjeren na inpute razlikuje se od CCR modela istoga usmje-  
renja samo u dodatnome ograničenju  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ . Budući da je postavljeno i  
ograničenje  $\lambda_j \geq 0$  za sve  $j$ , nametnut je uvjet konveksnosti na dopustive načine  
na koje se  $n$  DO može kombinirati. Slično je i kod BCC modela usmjerenoga na  
outpute s dodatnim ograničenjem  $\sum_{j=1}^n \mu_j = 1$ .

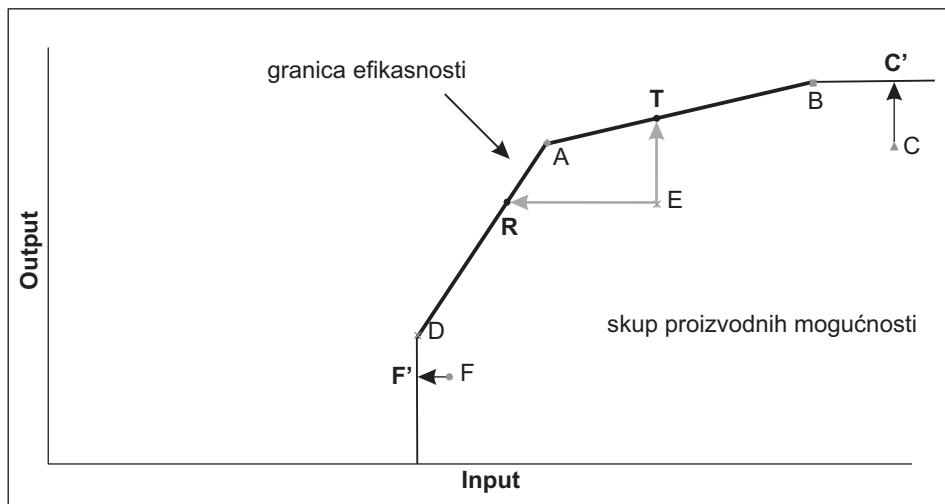
Funkcija cilja koja predstavlja iznos efikasnosti označuje se sa  $\theta_b$ , a refe-  
rentni se skupovi i BCC-projekcije definiraju kao kod modela CCR.

Zbog dodatnoga se ograničenja granica efikasnosti modela BCC bitno razli-  
kuje od one modela CCR, a na istome primjeru s jednim inputom i jednim outpu-  
tom prikazana je na slici 2. Budući da je svaki neefikasni DO bliži svojoj BCC-  
nego svojoj CCR-projekciji, BCC-efikasnost lakše je ostvariva, a iznosi efikasno-  
sti uz model BCC nikad nisu niži od onih uz model CCR bez obzira na odabrano  
usmjerenje.



Slika 2.

PRIKAZ GRANICE EFIKASNOSTI MODELA BCC



**Definicija 3.** (BCC – efikasnost) (Cooper, Seiford i Tone, 2006., str. 88)

Ako optimalno rješenje  $(\theta_B^*, \lambda^*, s^{-*}, s^{+*})$  modela BCC dobiveno uz pomoć dvofaznoga postupka zadovoljava  $\theta_B^* = 1$  i nema dopunskih varijabli ( $s^{-*} = 0, s^{+*} = 0$ ), tada se  $DO_0$  naziva BCC-efikasnim, inače je BCC-inefikasnim.

Prema modelu usmjerenome na inpute entitet E dosiže efikasnost projekcijom u točku R, a prema modelu usmjerenome na outpute projekcijom u točku T. Koristeći se kombinacijom dvaju usmjerenja, entitet E može dosegnuti efikasnost projekcijom u bilo koju točku na dijelu granice efikasnosti između točaka R i T.

Zanimljivost je entitet F koji efikasnost prema modelu BCC usmjerenome na inpute dosiže u dvije faze. U prvoj se fazi inputi maksimalno proporcionalno smanjuju pomakom u točku F'. Ona se nalazi na neefikasnom dijelu granice, pa ju je moguće poboljšati pomakom u točku D, čime se uklanja manjak outputa bez pogoršanja prije postignute vrijednosti inputa, a to je druga faza. U modelu usmjerenome na outpute sličan je slučaj s entitetom C koji efikasnost dosiže maksimalnim proporcionalnim povećanjem outputa (pomak u točku C') i uklanjanjem viška inputa bez pogoršanja prije postignute vrijednosti outputa (pomak u točku B).

### 3. Analiza

Ocjenom efikasnosti obuhvaćena su 63 donositelja odluke, a to su bolničke ustanove (dalje u tekstu bolnice) u Republici Hrvatskoj koje su u državnome vlasništvu i u vlasništvu županija. Riječ je o tri klinička bolnička centra, o četiri kliničke bolnice i o sedam klinika, 23 opće bolnice i 26 specijalnih bolnica. Premda ih ovdje nećemo pojedinačno navoditi, valja napomenuti da ćemo se koristiti sljedećim oznakama:

DO01 – DO03 za kliničke bolničke centre,

DO04 – DO07 za kliničke bolnice,

DO08 – DO14 za klinike,

DO15 – DO37 za opće bolnice i

DO38 – DO63 za specijalne bolnice.

Analizom omeđivanja podataka određena je, prema odabranim kriterijima, razina njihove relativne efikasnosti.

#### 3.1 Odabir inputa i outputa

Bolnice raspolažu velikim brojem podataka, pa se postavlja pitanje kako ih pretvoriti u informacije i kako ih najbolje iskoristiti za povećanje efikasnosti poslovanja. Prvi korak u izradi modela kojim će se koristiti za ocjenu rada bolnice jest prepoznavanje onih rezultata rada (outputa) koji odražavaju željene ciljeve, i glavnih resursa (inputa) koji se pritom koriste. Među njima valja izdvojiti one koji najbolje prikazuju proces koji ocjenjujemo i koji daju pravu sliku ukupnoga poslovanja. To bi, uz odabir modela, morao biti jedini element unošenja subjektivnosti u AOMP, što predstavlja osnovno ograničenje u njezinoj primjeni kao alata odlučivanja kojeg analitičari, istraživači i donositelji odluka moraju biti svjesni. Zato je odabir relevantnih inputa i outputa jedan od najvažnijih i ujedno najtežih koraka u analizi, koji mora odražavati interes analitičara i menadžera, točnije opravdati cilj provođenja analize.

Uz navedeno, trebalo je voditi računa o odnosu broja varijabli inputa i outputa i broja jedinica koje analiziramo da bi rezultati analize bili što bliže stvarnosti. Iako ne postoji definirano pravilo, broj jedinica morao bi biti najmanje 3–5 puta veći od ukupnoga broja varijabli inputa i outputa.

Osim što ukazuju na aktualno stanje i omogućuju praćenje kretanja pojedinih sastavnica, zdravstveni su pokazatelji prijeko potrebni za ocjenu funkcioniranja i

učinkovitosti zdravstvenoga sustava i osnova su procesa zdravstvenoga planiranja na nacionalnoj i na lokalnim razinama. Za ovo istraživanje odabrana su ukupno četiri pokazatelja. Za svaku su bolnicu u analizu uvrštena dva istovrsna inputa:

$x_{1j}$  broj postelja (P),

$x_{2j}$  broj liječnika (L),

i dva istovrsna outputa:

$y_{1j}$  broj slučajeva bolničkoga liječenja (SBL),

$y_{2j}$  broj dana bolničkoga liječenja (DBL),

( $j = 1, \dots, 63$ ).

Razlozi su za odabir navedenih pokazatelja slijedeći. Broj postelja izabran je kao veličina koja je osnovni input, a broj liječnika važan je pokazatelj uvjeta u kojima se odvija liječenje pacijenata, pa time i poslovanje bolnice. Navedeni su outputi odabrani zato što najbolje odražavaju dio poslovanja bolnice koji se odnosi na liječenje tzv. "ležećih" pacijenata, a koji ima najveći udio u strukturi ukupnih prihoda i rashoda svake bolnice.

### 3.2 Empirijski podaci za analizirane bolnice

U daljoj se analizi za svaku od 63 promatrane bolnice koristilo podacima o odabranim inputima i outputima objavljenima u Hrvatskom zdravstveno-statističkom ljetopisu za godinu 2008. koji se odnose na cjelogodišnje razdoblje. Ovdje ih nećemo pojedinačno navoditi, a u tablici 1. dana je njihova statistika. Za svaku su varijablu prikazane srednje vrijednosti, standardna devijacija i najveće, najmanje i ukupne vrijednosti.

Tablica 1.

#### STATISTIKA INPUTA I OUTPUTA UKLJUČENIH U MODEL AOMP

	Inputi		Outputi	
	P	L	SBL	DBL
srednja vrijednost	380,59	81,22	12.076,44	115.870,13
standardna devijacija	338,85	112,00	14.001,11	108.411,35
maksimum	1.673	625	70.731	528.317
minimum	35	3	135	9.130
ukupna vrijednost	23.977	5.117	760.816	7.299.818

Izvor: obrada autora

### ***3.3 Odabir tipa modela i usmjerenja***

Obilježje podataka i poznavanje vrste prinosa karakterističnoga za proces koji se analizira, odlučujući su pri odabiru tipa modela kojim će se koristiti. Budući da se kod procesa pružanja zdravstvenih usluga nije moglo sa sigurnošću utvrditi radi li se o konstantnom prinosu kod kojega se preporučuje model CCR ili varijabilnom prinosu kod kojega se preporučuje model BCC, provedena je analiza i uz jednu i uz drugu pretpostavku.

Uz navedeno, model AOMP može se prilagoditi strategiji koju menadžment odabere. Ako je cilj minimizirati inpute uz ostvarenje ne manje nego zadane razine outputa, koristi se modelom usmjerenim na inpute, a sa ciljem maksimizacije outputa uz istodobno korištenje ne više nego promatrane količine inputa odabire se model usmjeren na outpute. Zahvaljujući različitim obilježjima modela usmjerenih na inpute i onih usmjerenih na outpute razlikuju se i putanje, pa tako i vrijednosti projekcija neefikasnih bolnica na efikasnu granicu (slike 1. i 2.).

Stalni manjak sredstava za održavanje i za kvalitetno funkcioniranje zdravstvenoga sustava nameće potrebu za štednjom koja kao cilj postavlja smanjenje količina korištenih resursa i skraćenje prosječne dužine liječenja. Posljedica je toga stalni trend smanjenja ukupnoga broja postelja i ukupnoga broja dana bolničkoga liječenja u Republici Hrvatskoj, o čemu svjedoče podaci na godišnjoj razini od godine 1985. do 2008. objavljeni u Statističkom ljetopisu Republike Hrvatske 2009. Zbog navedenoga smo, kao pogodnije za ovu analizu, odabrali usmjerenje na inpute koje nam pruža mogućnost da istražimo do koje mjere možemo smanjiti inpute, a da istovremeno ne smanjimo ostvarenu razinu outputa.

## **4. Rezultati istraživanja**

### ***4.1 Ocjena relativne efikasnosti poslovanja bolnica***

U tablici 2. dani su rezultati analize efikasnosti bolnica dobiveni primjenom osnovnih CCR i BCC modela usmjerenih na inpute, uz korištenje programskoga paketa DEA-Solver-Pro.

Usporedba rezultata CCR i BCC modela pokazuje njihove značajne razlike. To se prije svega ogleda u činjenici da je broj efikasnih bolnica prema modelu BCC gotovo dva i pol puta veći od njihovoga broja prema modelu CCR. Pri takvom je rezultatu primjerenije koristiti se modelom BCC zato što se najvjerojatnije radi o efektu obujma djelovanja. Stoga je u slijedećem koraku provedena analiza uz korištenje modela BCC usmjerenoga na inpute.

*Tablica 2.*

REZULTATI CCR I BCC MODELA

Rezultati analize	CCR model	BCC model
Broj relativno efikasnih bolnica	8	19
Broj relativno neefikasnih bolnica	55	44
Prosječna relativna efikasnost	0,816	0,872
Standardna devijacija	0,152	0,141
Najmanja vrijednost relativne efikasnosti	0,209	0,300
Broj (%) bolnica koje imaju relativnu efikasnost manju od prosječne	28 (44,4 %)	32 (50,8 %)

Izvor: obrada autora

#### **4.2 Klasifikacija efikasnih bolnica**

Budući da se više od 30% bolnica pokazalo efikasnim, jedno je od pitanja koje se nameće to kako ih međusobno razlikovati. Zanima nas, naime, koja bi od njih mogla predstavljati primjer čijim bi se poslovnim rezultatima ostale bolnice morale približiti. Poznato je da se bolnice koje su ocijenjene efikasnim pojavljuju u referentnim skupovima za neefikasne bolnice, pa se frekvencija pojavljivanja u referentnim skupovima može smatrati pokazateljem o tome ima li efikasna bolnica ulogu modela koji bi ostale bolnice morale dostići. Što je frekvencija pojavljivanja efikasne bolnice u referentnim skupovima veća, to je vjerojatnije da se radi o primjeru dobrog poslovanja.

Referentni skup za neefikasnu bolnicu sadrži efikasne bolnice kojih je input/output usmjerenost najslabija onaj kakvu ima neefikasna bolnica. Slijedeće pitanje koje se nameće jest kojeg ćemo člana referentnoga skupa proglasiti uzorom za neefikasne i na taj način omogućiti utvrđivanje dostižnih ciljeva kojima takva bolnica mora težiti. Zato što se njezina projekcija na efikasnu granicu izražava linearnom kombinacijom bolnica iz njezina referentnoga skupa koeficijenti kojih predstavljaju njihove udjele u formiranju njezine projekcije na efikasnu granicu, za uzor valja odabrati bolnicu s najvećim pripadajućim koeficijentom.

U tablici 3. - prema vrsti bolnice za svaku su efikasnu bolnicu dane frekvencije pojavljivanja u referentnim skupovima neefikasnih bolnica i broj neefikasnih u projekcijama kojih na efikasnu granicu ima najveći udio.

Tablica 3.

**BROJ ČLANSTAVA I VODEĆIH UDJELA U REFERENTNIM  
SKUPOVIMA PREMA VRSTI BOLNICE**

efikasna bolnica (vrsta)	ukupan broj članstava	broj članstava po vrsti bolnice			ukupan broj vodećih udjela	broj vodećih udjela po vrsti bolnice		
		SB	OB	K		SB	OB	K
DO01 (K)	1	0	0	1	0	0	0	0
DO03 (K)	2	0	0	2	1	0	0	1
DO04 (K)	12	0	8	4	2	0	0	2
DO08 (K)	12	0	8	4	3	0	2	1
DO09 (K)	21	5	10	6	2	0	0	2
DO11 (K)	3	1	2	0	0	0	0	0
DO19 (OB)	30	10	16	4	6	0	6	0
DO21 (OB)	21	3	14	4	11	0	11	0
DO35 (OB)	1	0	1	0	0	0	0	0
DO38 (SB)	16	8	6	2	8	6	1	1
DO39 (SB)	10	5	2	3	1	1	0	0
DO40 (SB)	4	4	0	0	1	1	0	0
DO44 (SB)	17	14	2	1	6	5	0	1
DO48 (SB)	0	0	0	0	0	0	0	0
DO51 (SB)	1	1	0	0	1	1	0	0
DO52 (SB)	2	2	0	0	0	0	0	0
DO53 (SB)	3	3	0	0	0	0	0	0
DO61 (SB)	1	1	0	0	0	0	0	0
DO63 (SB)	4	4	0	0	2	2	0	0

K – klinički bolnički centri, kliničke bolnice i klinike

OB – opće bolnice

SB – specijalne bolnice

Izvor: obrada autora

Među devetnaest bolnica koje su se pokazale efikasnim deset je specijalnih, tri su opće i šest je bolnica iz skupine kliničkih ustanova. Najefikasnijom se može smatrati bolnica DO19, jer se pojavljuje u najvećem broju referentnih skupova, a slijede ju bolnice DO09 i DO21. Najčešćim se uzorom pokazala bolnica DO21, a zanimljivo je primijetiti da bolnica DO19 u tome zaostaje, ne samo za bolnicom DO21, nego i za bolnicom DO38, koja je po broju članstava u referentnim skupovima tek na petome mjestu.

Valja spomenuti da se, uz navedene četiri, još samo bolnice DO39 i DO44 nalaze u referentnim skupovima svih vrsta bolnica. Jedina koja predstavlja uzor baram jednoj bolnici iz svake vrste jest DO38.

### 4.3 Izvori i iznosi relativne neefikasnosti bolnica

Usporedbom empirijskih i projiciranih vrijednosti za svaku od 63 bolnice utvrđeni su izvori neefikasnosti i njihova veličina u oba inputa i oba outputa.

Jasno je da veća postotna razlika među projiciranim i empirijskim vrijednostima pojedinoga inputa, ili outputa, čini taj input, ili output, prosječno većim izvorom neefikasnosti, a oni inputi, ili outputi, kod kojih te razlike nema nisu izvori neefikasnosti.

U tablici 4. prikazane su za sve inpute i outpute prosječne postotne razlike po neefikasnoj bolnici između njihovih stvarnih vrijednosti i projekcija na efikasnu granicu.

Tablica 4.

#### PROSJEČNE POSTOTNE RAZLIKE MEĐU EMPIRIJSKIM I PROJICIRANIM VRIJEDNOSTIMA INPUTA I OUTPUTA NEEFIKASNIH BOLNICA

Inputi / Outputi	prosječna postotna razlika
postelje	-18,83 %
liječnici	-18,82 %
slučajevi bolničkoga liječenja	19,34 %
dani bolničkoga liječenja	1,89 %

Izvor: obrada autora

Znatno veći ukupan utjecaj inputa nego outputa na neefikasnost unaprijed je određen izborom usmjerenja modela.

Postelje i liječnici kao inputi imaju veliki i veoma izjednačen utjecaj na neefikasnost. Istodobno, slučajevi bolničkoga liječenja kao output malo jače utječu na neefikasnost od inputa, a više nego deseterostruko jače od dana bolničkoga liječenja kao drugoga outputa.

Zbog najnižega se iznosa efikasnosti, najmanje efikasnom pokazala bolnica DO32 (0,2996). Da bi postigla efikasnost, ona mora zadržati istu razinu outputa, i smanjiti oba inputa za približno 70% (broj postelja sa 148 na 44, a broj liječnika sa 21 na 6) iz toga zaključujemo da su njezini izvori neefikasnosti oba inputa jednako. Navedeni su podaci alarm koji upozorava na potrebu dubljega sagledanja uzroka takvih poraznih rezultata i na poduzimanje hitnih mjera da bi se oni poboljšali.

Izvori i iznosi relativne neefikasnosti iznimno su vrijedan podatak na osnovi kojega menadžment bolnice može postaviti ciljeve koje mora doseći i mora donijeti odluke koje će do tih ciljeva doista i dovesti.

#### ***4.4 Kategorijski pristup ocjeni relativne efikasnosti poslovanja bolnica***

Često se događa da neki inputi i outputi odražavaju postojanje ili nedostatak neke sposobnosti koja bolnice stavlja u neravnopravan položaj. To primjerice, može biti okruženje bolnica koje se odlikuje jačom ili slabijom konkurencijom, različita vrijednost boda koji je osnovni normativ za djelatnike zdravstvene struke i slično. Zato je veoma važno osigurati prikladan način usporedbe bolnica. Jedan od mogućih načina jest korištenje kategorijskog modela analize omeđivanja podataka. Naime, da bi se izolirao utjecaj neravnopravnoga položaja na rezultat efikasnosti, tj. da bi se izbjeglo ocjenjivanje efikasnosti poslovanja bolnica koje su u najlošijoj poziciji u usporedbi s onima koje su u boljoj poziciji, one se dijele u kategorije unutar kojih ih se može uspoređivati. Zbog različite razine složenosti usluga koje pružaju podijelili smo ih u tri kategorije, i to tako da smo u kategoriju 1 (*slabo*) uvrstili specijalne bolnice, u kategoriju 2 (*osrednje*) opće bolnice, a u kategoriju 3 (*dobro*) kliničke bolničke centre, kliničke bolnice i klinike.

Bolnice iz "slabijih" kategorija, a posebno one iz najslabije, koje su se pokazale efikasnim prema modelu koji nije uzeo u obzir njihov lošiji položaj u odnosu na bolnice iz "najjače" kategorije, mogu se smatrati kandidatima za najbolje bolnice. U tablici 3. pokazuje se da ih je trinaest, a među njima se ističu dvije iz kategorije 2 (DO19 i DO21) i tri iz kategorije 3 (DO38, DO39 i DO44). To je iznimno važan podatak koji bi HZZO svakako morao uzeti u obzir prilikom mogućeg restrukturiranja dijela zdravstvenoga sustava koji se odnosi na bolnice.

U slijedećem je koraku provedena analiza uz korištenje kategorijskog BCC modela usmjerenoga na inpute, pri čemu je efikasnost poslovanja pojedinih bolnica ocijenjena tako da su bolnice u kategoriji 1 uspoređivane samo s bolnicama iz iste kategorije, bolnice u kategoriji 2 s onima u kategorijama 1 i 2, a bolnice u kategoriji 3 sa svim bolnicama. Zbog toga se u referentnom skupu pojedine neefikasne bolnice ne može naći bilo koja efikasna bolnica, već samo ona koja pripada



istoj ili "slabijoj" kategoriji. To znači da se referentni skup bolnice iz kategorije 1 može sastojati samo od bolnica iz iste kategorije, onaj bolnice iz kategorije 2 od bolnica iz kategorija 1 i 2, a onaj bolnice iz kategorije 3 od bolnica iz svih kategorija.

Rezultati ove analize prikazani su u tablici 5., a u tablici 6. dana je statistika po kategorijama.

*Tablica 5.*

#### REZULTATI KATEGORIJSKOG MODEL

Rezultati analize	kategorijski BCC model
Broj relativno efikasnih bolnica	24
Broj relativno neefikasnih bolnica	39
Prosječna relativna efikasnost	0,896
Standardna devijacija	0,139
Najmanja vrijednost relativne efikasnosti	0,302
Broj (%) bolnica koje imaju relativnu efikasnost manju od prosječne	25 (39,7 %)

Izvor: obrada autora

*Tablica 6.*

#### STATISTIKA PO KATEGORIJAMA

Rezultati analize	Kategorija 1	Kategorija 2	Kategorija 3
Broj bolnica	26	23	14
Broj relativno efikasnih bolnica	13	5	6
Broj relativno neefikasnih bolnica	13	18	8
Prosječna relativna efikasnost	0,908	0,854	0,943
Standardna devijacija	0,131	0,163	0,075
Najmanja vrijednost relativne efikasnosti	0,442	0,302	0,803
Broj (%) bolnica koje imaju relativnu efikasnost manju od prosječne	11 (42,3 %)	11 (47,8 %)	4 (28,6 %)

Izvor: obrada autora

Ostvarena razina efikasnosti svake pojedine bolnice nije manja od one uz model bez kategorijskog pristupa. Dok su bolnice iz kategorije 3 zadržale jednake iznose efikasnosti, pojedine su ih pripadnice kategorija 1 i 2 povećale.

Efikasnima su se pokazale ukupno 24 bolnice. Uz devetnaest bolnica navedenih u tablici 3., uz kategorijski pristup efikasne su još tri bolnice iz kategorije 1 (DO41, DO43 i DO46) i dvije iz kategorije 2 (DO20 i DO28). To znači da se broj efikasnih bolnica povećao sa 30,2% na 38,1%. Neravnopravan položaj promatranih bolnica koji proizlazi iz razlika u razinama složenosti usluga koje one pružaju ipak ne utječe mnogo na ostvarivanje efikasnosti ako je promatramo kroz prizmu broja liječnika i postelja i slučajeva i dana bolničkoga liječenja, u prilog tome govori relativno mali pomak u iznosu prosječne efikasnosti ( $\Delta = 0,024$ ). Najveća je iznimka u navedenoj statistici bolnica DO43 koja bilježi skok iznosa efikasnosti sa 0,7 na 1. To je posebno zanimljivo kada znamo da je ona u prijašnjem modelu bila na samom dnu ljestvice efikasnosti (59. mjesto). Uz to, ne treba zanemariti ni podatak da među 36 bolnica iz kategorija 1 i 2 koje su se prije pokazale neefikasnima, njih čak 28 (10 iz kategorije 1 i 18 iz kategorije 2) imaju veće iznose efikasnosti uz kategorijski pristup. To znači da im je efikasna granica postala bliža tj. lakše dostižna.

U tablici 7. prema kategoriji, za svaku je efikasnu bolnicu dana frekvencija pojavljivanja u referentnim skupovima neefikasnih bolnica i broj neefikasnih u projekcijama kojih na efikasnu granicu ima najveći udio.

Zanimljivost predstavlja bolnica DO20 koja se sada, osim što je efikasna, nalazi u sedam referentnih skupova od kojih u tri predstavlja uzor pripadajućoj efikasnoj bolnici. Slično je i s bolnicom DO41 koja je uzor također za tri od ukupno četiri bolnice u čijim se referentnim skupovima nalazi. Članstva spomenutih dviju bolnica isključivo u referentnim skupovima bolnica iz kategorija kojima i same pripadaju posljedica je činjenice da su se pokazale efikasnima tek uz kategorijski pristup.

Budući da se efikasna bolnica smije naći isključivo u referentnim skupovima neefikasnih bolnica iz iste ili "jače" kategorije, najveće smanjenje broja članstava u referentnim skupovima u odnosu na model bez kategorija, i to sa 21 na 6, bilježi bolnica DO09. Zbog istoga se razloga bolnice DO09, DO19 i DO21 više ne nalaze u referentnim skupovima svih vrsta bolnica, već to ostaju samo DO38, DO39 i DO44. Bolnica DO38 ostaje i dalje jedina koja je uzor barem jednoj bolnici iz svake vrste, a to znači da se radi o primjeru dobrog poslovanja.

Svrstavanjem bolnica u kategorije omogućeno je razlikovanje uvjeta poslovanja od najnepovoljnijih do najpovoljnijih. Na taj način procjena uspješnosti poslovanja bolnice postaje realnija, jer se u analizu uključuju i (ne)povoljni čimbenici okruženja.

Primjena kategorijskih modela prilično je rijetka i nedovoljno istražena, a o tome svjedoči mali broj znanstvenih radova i publikacija koji se primarno bave ovom temom (Neralić i Wendell, 2000.).

*Tablica 7.*

**BROJ ČLANSTAVA I VODEĆIH UDJELA U REFERENTNIM SKUPOVIMA  
 PREMA KATEGORIJAMA**

efikasna bolnica	kat.	ukupan broj članstava	broj članstava po kat.			ukupan broj vodećih udjela	broj vodećih udjela po kat.		
			1	2	3		1	2	3
DO01	3	1	0	0	1	0	0	0	0
DO03	3	2	0	0	2	1	0	0	1
DO04	3	4	0	0	4	2	0	0	2
DO08	3	4	0	0	4	1	0	0	1
DO09	3	6	0	0	6	2	0	0	2
DO11	3	0	0	0	0	0	0	0	0
DO19	2	20	0	16	4	6	0	6	0
DO20	2	7	0	7	0	3	0	3	0
DO21	2	19	0	15	4	6	0	6	0
DO28	2	0	0	0	0	0	0	0	0
DO35	2	1	0	1	0	1	0	1	0
DO38	1	8	3	3	2	5	2	2	1
DO39	1	11	6	2	3	0	0	0	0
DO40	1	3	3	0	0	1	1	0	0
DO41	1	4	4	0	0	3	3	0	0
DO43	1	2	2	0	0	0	0	0	0
DO44	1	16	8	7	1	2	1	0	1
DO46	1	3	3	0	0	0	0	0	0
DO48	1	0	0	0	0	0	0	0	0
DO51	1	1	1	0	0	1	1	0	0
DO52	1	2	0	2	0	0	0	0	0
DO53	1	8	8	0	0	3	3	0	0
DO61	1	1	1	0	0	0	0	0	0
DO63	1	4	4	0	0	2	2	0	0

Izvor: obrada autora

## 5. Zaključak

Metodom analize omeđivanja podataka ocijenjena je efikasnost bolničkih ustanova u sustavu zdravstva Republike Hrvatske. Najprije je to učinjeno pod pretpostavkom da sve bolnice posluju u sličnim uvjetima. Zbog nepoznavanja vrste prinosa, a sa ciljem da povećanje efikasnosti ide na teret smanjenja inputa, analiza je provedena uz modele CCR i BCC usmjerene na inpute. Zbog znatnih razlika u dobivenim rezultatima okrenuli smo se modelu BCC koji se u takvim slučajevima preporučuje. Na osnovi rezultata identificirane su efikasne i neefikasne bolnice i utvrđene su projekcije neefikasnih bolnica na efikasnu granicu i utvrđeni su iznosi njihove neefikasnosti. Uz to su istaknuti inputi i outputi koji su se pokazali značajnijim izvorima neefikasnosti kod većine neefikasnih bolnica, što je u primjeni osnova za smjernice provođenja potrebnih promjena u poslovanju sa ciljem postizanja efikasnosti. AOMP se tako pokazala respektabilnom metodom za ocjenu relativne uspješnosti bolnica uz pretpostavku da one posluju u sličnim uvjetima.

Kada se analizira razina usluga koje pojedine bolnice pružaju lako se vidi da postoje velike razlike u njihovoj složenosti, pa je zbog toga položaj bolnica prilikom međusobne usporedbe neravnopravan. Rješenje je toga problema kategorijski pristup analizi efikasnosti. Taj se pristup, međutim, nije pokazao značajno povoljnijim za bolnice u lošijem položaju, a to znači da uz odabrane inpute i outpute razina složenosti usluga nema većega utjecaja na rezultat efikasnost. Ipak, ne treba odbaciti činjenicu da je 78% neefikasnih među njima uz primjenu kategorijskog modela pokazalo višu razinu relativne efikasnosti od čega je novih pet proglašeno efikasnim.

Identificirani su uzori dobrog poslovanja za čijim bi se primjerom morao povesti menadžment neefikasnih bolnica da bi ostvario efikasnost. Ti su uzori dostižni zato što ih predstavljaju postojeće bolnice koje posluju efikasno.

Time je omogućeno pružanje veoma snažne podrške menadžmentu, kako na strateškoj tako i na operativnoj razini odlučivanja.

## Literatura

- Bahovec, V., Neralić L. (2001.): "Relative efficiency of agricultural production in county districts of Croatia", *Mathematical Communications – Supplement*, 1: 111-119.
- Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W. (1984.): "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, (30), 9: 1078-1092.

- Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978.): "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, (2), 6: 429-444.
- Cooper, W. W., Seiford, L., Tone, K. (2006.): *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-Solver Software and References*. New York: Springer.
- Davosir Pongrac, D. (2006). *Efikasnost osiguravajućih društava u Republici Hrvatskoj*, magistarski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet Zagreb.
- Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske (2009.): *Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2009*.
- Emrouznejad, A., Parker, B. R., Tavares, G. (2008.): "Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA", *Journal of Socio-Economic Planning Sciences*, (42), 3: 151-157.
- Hrvatski zavod za javno zdravstvo (2009.): *Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2008. godinu*
- Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje (2009.): *Izvjешće o financijskom poslovanju Hrvatskog zavoda za zdravstveno osiguranje u razdoblju I.-XII. 2008. godine*
- Hunjak, T., Jakovčević, D. (2003.): "Višekriterijski modeli za rangiranje i uspoređivanje banaka". U: *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu*, Zagreb, str. 43-61.
- Hunjet, D. (1998.): *Efikasnost poslovnih sredstava hrvatske industrije po regijama*, magistarski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet Zagreb.
- Jemrić, I., Vujčić, B. (2002.): "Efficiency of banks in Croatia: a DEA approach", *Comparative Economic Studies*, (XLIV), 2: 169-193.
- Lovrić, Lj., Šegota A. (2003.): "Utjecaj nejednakosti dohotka i ljudskog kapitala na rast u tranzicijskim zemljama", U: Kolenak, J., Škapa, S. (ur.), *Business and economic development in central and eastern Europe in the period of joining to the European union*, Brno: Fakulteta podnikatelska Brno, str. 73-74.
- Neralić, L. (1996.): "O nekim primjenama analize omeđivanja podataka u banarstvu", *Ekonomija*, (2), 3: 493-521.
- Neralić, L., Wendell, R. E. (2000.): "A Generalized Additive, Categorical Model in Data Envelopment Analysis", *Sociedad de Estadística e Investigación Operativa*, (8), 2: 235-263.
- Petrov, T. (2002.): *Modeli analize omeđivanja podataka s primjenom u trgovini*, magistarski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet Zagreb.

- Rabar, D. (2009.): *Ispitivanje efikasnosti bolnica primjenom analize omeđivanja podataka*, magistarski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet Zagreb.
- Slijepčević, S. (2009.): *Mjerenje efikasnosti javne potrošnje u Hrvatskoj*, doktorska disertacija. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet Zagreb.
- Šegota, A. (2008.): "Evaluating shops efficiency using data envelopment analysis: Categorical approach", U: *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci*, Rijeka, str. 195-212.
- Šegota, A. (2003.): *Usporedna analiza efikasnosti prodajnih objekata u maloprodaji*, doktorska disertacija. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet Zagreb.
- Šporčić, M. (2007.): *Ocjena uspješnosti poslovanja organizacijskih cjelina u šumarstvu neparametarskim modelom*, doktorska disertacija. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet Zagreb.
- Šporčić, M., Martinić, I., Landekić, M., Lovrić, M. (2008.): "Analiza omeđivanja podataka kao metoda efikasnosti – mogućnosti primjene u šumarstvu", *Nova mehanizacija šumarstva*, (29), 51-59.
- Šporčić, M., Martinić, I., Landekić, M., Lovrić, M. (2009.): "Measuring Efficiency of Organizational Units in Forestry by Nonparametric Model", *Croatian Journal of Forest Engineering*, (30), 1: 1-13.
- Šporčić, M., Martinić, I., Šegotić, K. (2009.): "Application of Data Envelopment Analysis in Ecological Research of Maintenance of Forestry Mechanisation", *Strojniški vestnik*, (55), 10: 599-608.
- Šporčić, M., Martinić, I., Šegotić, K. (2007.): "Ocjena efikasnosti radnih jedinica u šumarstvu analizom omeđivanja podataka", *Nova mehanizacija šumarstva*, (28), 3-14.
- Šporčić, M., Šegotić, K., Martinić, I. (2006.): "Efikasnost prijevoza drva kamionskim skupovima određena analizom omeđivanja podataka", *Glasnik za šumske pokuse*, (5), 679-691.011

## EFFICIENCY ASSESSMENT OF CROATIAN HOSPITALS USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

### Summary

Data Envelopment Analysis (DEA) is a non-parametric linear programming-based technique used for evaluating the relative efficiency of homogenous operating entities on the basis of empirical data on their inputs and outputs. It is suitable in cases where other

approaches do not provide satisfactory results. The aim of this paper is its application in measuring the efficiency of 63 hospitals in the Croatian health care system on the basis of two inputs and two outputs. Comparison of the results of basic models having constant and variable returns to scale has shown the relevance of BCC model, and input-oriented model has been chosen. DEA identified efficient hospitals as benchmark members and those inefficient to be analysed as candidates for reorganization. Sources and amounts of relative inefficiency, which were identified in each input and output, establish guidelines for needed improvements. As an extension of the basic model, we introduced categorical one that takes into account different levels of services provided by hospitals and isolate the impact of their unequal position in efficiency results. Analysis showed no significant differences between results which leads to conclusion that the level of services has no great impact on hospital performance if it is evaluated through here selected inputs and outputs.

Keywords: Data Envelopment Analysis (DEA), efficiency, hospital, BCC model, efficient frontier, projection, reference set, categorical model