

<https://doi.org/10.7251/EMC2502437J>

UDK: 616-082(497.5):159.944-61-051

Datum prijema rada: 25. april 2025.

Submission Date: April 25, 2025

Datum prihvatanja rada: 15. decembar 2025.

Acceptance Date: December 15, 2025

Časopis za ekonomiju i tržišne komunikacije
Economy and Market Communication Review

Godina/Vol. **XV** • Br./No. **II**
str./pp. 437-449

PREGLEDNI NAUČNI RAD / OVERVIEW SCIENTIFIC PAPER

OCJENJIVANJE UČINKOVITOSTI RAZDOBLJA POSLOVANJA BOLNIČKIH ODJELA MALMQUISTOVIM INDEKSOM PRODUKTIVNOSTI

Zdenko Jukić | doktorand, Ekonomski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, Hrvatska, zjukic1@uniri.hr, ORCID ID 0009-0000-2991-4592

Sažetak: Ovaj rad analizira učinkovitost bolničkih odjela Opće bolnice Zadar u razdoblju od 2022. do 2024. primjenom metode DEA (DEA) i Malmquistovog indeksa produktivnosti (MPI). Cilj istraživanja bio je kvantitativno ocijeniti relativnu učinkovitost 11 odjela na temelju ulaznih varijabli (broj postelja, broj liječnika) i izlaznih varijabli (broj otpuštenih bolesnika, broj obavljenih pregleda). Rezultati pokazuju izražene razlike među odjelima: većina odjela bilježi rast produktivnosti, dok pojedini odjeli, poput infektologije i oftalmologije, bilježe pad učinkovitosti. Služba za kirurgiju ističe se iznimnim povećanjem učinkovitosti, što upućuje na uspješnu implementaciju inovativnih praksi i optimalno upravljanje resursima. Malmquistov indeks ukazuje na ukupni rast produktivnosti od 12,7%, pri čemu su tehničke inovacije i bolje iskorištavanje resursa glavni pokretači napretka. Unatoč ograničenjima modela, poput izostavljanja kvalitativnih pokazatelja, rad doprinosi razumijevanju dinamike efikasnosti bolničkih sustava u hrvatskom kontekstu. Preporučuje se daljnje istraživanje s proširenim skupom varijabli, uključujući kvalitativne aspekte i komparativnu analizu s drugim bolnicama, kako bi se formulirale ciljanje intervencije za poboljšanje učinkovitosti i kvalitete zdravstvene skrbi.

Ključne riječi: Malmquistov indeks produktivnosti (MPI), Analiza omeđenih podataka (DEA), Bolnička učinkovitost, Analiza produktivnosti, Upravljanje resursima

JEL klasifikacija: C31, C51, C61, C67, I11, O15, O47

UVOD

DEA metoda predstavlja neparametarski pristup mjerenju relativne učinkovitosti usporedivih jedinica odlučivanja (DMU), pri čemu se učinkovitost definira kao omjer ponderirane sume izlaza i ponderirane sume ulaza. Za razliku od parametarskih metoda, DEA ne zahtijeva a priori specifikaciju funkcionalne forme odnosa između ulaza i izlaza, što ju čini posebno prikladnom za analizu kompleksnih sustava poput bolnica (Emrouznejad & Yang, 2018). Ključna prednost DEA metode je što omogućava svakoj jedinici odlučivanja da odabere vlastite pondere za ulaze i izlaze, čime

se maksimizira njezina relativna učinkovitost u odnosu na druge jedinice. Međutim, važno je napomenuti da DEA mjeri relativnu, a ne apsolutnu učinkovitost, što znači da rezultati ovise o uzorku analiziranih jedinica (Hollingsworth, 2008). Hrvatsko društvo karakteriziraju negativne stope prirodnog priraštaja i neto migracije, niske stope fertiliteta, sve veći udio starijih osoba te nagli pad broja stanovnika. S obzirom na to da ljudi žive dulje, a rađa se sve manje djece, populacija će se i dalje stariti u nadolazećim godinama. Ovaj “srebrni tsunami”¹ starenja stanovništva uzrokuje sve veću potražnju za učinkovitim socijalnim i zdravstvenim uslugama. Bolnice čine između jedne trećine i polovice ukupnih troškova zdravstvene zaštite među zemljama OECD-a (Lorenzoni & Dougherty, 2022). Veliki dio tih troškova odnosi se na bolničku skrb za hospitalizirane pacijente, s rastućim trendovima u posljednjim godinama. Postotak bolničkih troškova još je značajniji u Hrvatskoj, gdje čini više od polovice godišnje potrošnje Hrvatskog zavoda za zdravstveno osiguranje (HZZO), pri čemu najveći udio u troškovima otpada na naknade za radnu snagu (Kalanj, 2022).

Zbog toga su performanse hrvatskih bolnica već godinama u fokusu interesa dionika, budući da je jedna od glavnih posljedica suboptimalne potrošnje resursa smanjena spremnost društva da doprinosi financiranju sustava, osobito u sustavu socijalnog zdravstvenog osiguranja.

CILJ RADA

Ovaj rad ima za cilj primjenu metode DEA u mjerenju efikasnosti odjela s bolničkim krevetima za period od 2022. do 2024. godine Opće bolnice u Zadru, na osnovi dvaju inputa i dvaju outputa. Jedan od troškovno glavnih inputa je broj liječnika. Od ukupnog broja zdravstvenih radnika, mali dio čine liječnici specijalisti i subspecijalisti, tako da je poseban fokus odjela ljudskih potencijala upravo na tom resursu koji je i najskuplji. Zato je odabir ovog inputa jedan od najvažnijih i koji mora odražavati interes analitičara u sustavu praćenja efikasnosti.

PREGLED LITERATURE

Nekoliko metoda ocjenjuje učinak bolnica u zdravstvenom sustavu, a najčešći su parametarski i neparametarski pristup (Blatnik et al., 2017; Mitropoulos et al., 2012; Nicola et al., 2014). Parametarski pristup oslanja se na Stochastic Frontier Analysis (SFA) za izračunavanje učinkovitosti svake bolnice. Međutim, ova se tehnika ne može nositi s višestrukim ulazno-izlaznim sustavima, poput bolnica, pa model odstupa od stvarnosti u kojoj jedna bolnica djeluje kao jedini sustav (Gautam et al., 2013). Ovi i drugi nedostaci većinu autora, poput Mitropoulos et al. (2012), De Nicola et al. (2014), Blatnik et al. (2017), Kao et al. (2020), navode na odabir neparametarskog pristupa, uglavnom DEA, pri mjerenju učinkovitosti bolnica i drugih zdravstvenih ustanova, iako DEA ne može razlikovati takozvani „white noise”² od neučinkovitosti bolnice. Produktivnost i učinkovitost organizacije međusobno su povezane. Međutim, učinkovitost je statična jer ne uzima u obzir vrijeme potrebno za proizvodnju, dok je vrijeme

1 Pojam “srebrni tsunami” odnosi se na globalni fenomen ubrzanog starenja stanovništva, pri čemu značajan porast starijih osoba (posebno onih iznad 65 godina) stvara demografske, ekonomske i društvene izazove.

2 Reziduali modela su slučajni i ne sadrže autokorelaciju

ključno za produktivnost. Kada se mjere produktivnosti promijene, to implicira promjene u učinkovitosti. Stoga postaje nužno mjeriti produktivnost. Indeksi se koriste za mjerenje promjena produktivnosti u različitim razdobljima. Jedan od popularnih indeksa je Malmquistov indeks produktivnosti, koji su uveli Caves et al. (1982). Oni su koristili ideju koju je predložio Malmquist (1953), a koja definira broj indeksa kao omjere funkcije udaljenosti. Zapravo, MPI se ponekad naziva Ukupnom faktorskom produktivnošću (TFP), koja može procijeniti napredak ili nazadak učinkovitosti tijekom vremena, kao i promjene u graničnoj tehnologiji u smislu napretka ili nazatka tijekom vremena. Nakon rada Färe i Grosskopfa (1992), MPI je postao standardna metodologija za procjenu produktivnosti tijekom vremena koristeći neparametarsku metodologiju te se koristi u brojnim studijama za DEA analizu promjena učinkovitosti različitih organizacija, industrija i zemalja.

METODOLOŠKI OKVIR

Za procjenu DEA-MPI podaci su dobiveni od voditelja Odjela za osiguranje i unapređenje kvalitete zdravstvene zaštite Opće bolnice Zadar, pomoćnika ravnatelja za kvalitetu Nediljka Jovića, dr. med. Skup podataka u razdoblju od 2022 do 2024., samo bolničkih odjela koji imaju smještajne kapacitete, te dvije ulazne i dvije izlazne varijable. Inputi su bili broj akutnih postelja (P) i broj stalno zaposlenih liječnika (L) na odjelu, a za izlaz su odabrane dvije varijable koje pozitivno utječu na učinak, a to su broj otpuštenih bolesnika (BOB) i broj obavljenih pregleda (BOP). DEA je ne-parametarska metoda koja se koristi za procjenu učinkovitosti jedinica odlučivanja u pretvaranju ulaznih podataka u izlazne. Razvili su ga Charnes, Cooper i Rhodes (1978), kao odgovor na rad Farrella (1957), koji se nije ispravno bavio neučinkovitošću kombinacije, pri čemu DEA koristi tehnike linearnog programiranja za procjenu relativne učinkovitosti jedinica odlučivanja, koji rade pod sličnim uvjetima, s tim da se mogu koristiti i različite kombinacije resursa. Temeljna premisa je stvoriti “granicu učinkovitosti” sastavljenu od najučinkovitijih jedinica odlučivanja, s kojima se uspoređuju sve druge jedinice. To omogućuje identifikaciju i učinkovitih i neučinkovitih jedinica unutar određenog skupa podataka (Cooper et al., 2007). Od rada Charnes, Cooper i Rhodes iz 1978., uvedeno je mnogo različitih modela analize omeđenih podataka, npr. BCC (*Banker, Charnes, Cooper*), SBM (*Slacks-Based Measure*), ADD (*Additive Model*) ili FDH (*Free Disposal Hull*) (Cooper et al., 2007), čak se neki drastično razlikuju od ovog izvornog modela, dok je DEA postala dobro uspostavljena tehnika mjerenja performansi.

DEA radi na principu relativne učinkovitosti, što znači da procjenjuje koliko dobro jedinica odlučivanja radi u odnosu na svoje konkurente, a ne u odnosu na apsolutni standard. U zdravstvenim ustanovama DEA se koristi za procjenu učinka bolnica analizom ulaznih podataka poput broja osoblja i opreme u usporedbi s rezultatima kao što su ishodi liječenja pacijenata i kvaliteta usluge (Peykani & Pishvae, 2024). Prepoznavanjem neučinkovitosti, organizacije mogu implementirati ciljne intervencije za povećanje produktivnosti i raspodjelu resursa. Fleksibilnost DEA dopušta različita usmjerenja, orijentirana na unos ili orijentirana na izlaz, ovisno o tome je li fokus na minimiziranju ulaza ili maksimiziranju izlaza. Ova prilagodljivost čini ga prikladnim za različite organizacijske kontekste i strateške ciljeve (Cook & Seiford, 2009). Nadalje, DEA može prihvatiti višestruke metrike učinka istovremeno, što ga čini vrijednim

alatom za organizacije koje žele uravnotežiti konkurentne prioritete u svojim operacijama. Unatoč svojim prednostima, DEA nije bez ograničenja. Metoda pretpostavlja da sve jedinice odlučivanja rade u sličnim uvjetima okoline i suočavaju se s usporedivim izazovima. Odstupanja od ove pretpostavke mogu dovesti do pristranih procjena učinkovitosti (Shewell & Migiro, 2016). Stoga, rezultati DEA su osjetljivi na odabir inputa i outputa, neprikladni izbori mogu iskriviti procjene učinkovitosti. Bez obzira na navedeno, pri razboritoj primjeni i uz pažljivo promatranje kontekstualnih čimbenika, DEA je robustan alat za mjerenje učinka u svim sektorima. Njegova sposobnost pružanja praktičnih uvida operativne učinkovitosti, čini ga neprocjenjivim za tvrtke koje teže stalnom poboljšanju.

Primijenjen je CCR (*Charnes, Cooper, Rhodes*) model za provedbu analize, jer je u radu (Jung et al., 2023, p. 5) prezentirana blaga prednost CCR modela u analizi učinkovitosti bolničkih objekata. Drugi razlog je što CCR model nudi prednosti u kontekstu mjerenja učinka zaposlenika, posebno kada se uspoređuje s BCC modelom (Charles & Kumar, 2012). DEA-MPI omogućuje mjerenje promjene performansi produktivnosti u različitim razdobljima. MPI temeljen na izlazu s tehnologijom vremena t , definirali su Caves et al. (1982). Fare i Grosskopf (1992) su rastavili DEA-MPI na komponente učinkovitosti i tehničkih promjena. Njihov je indeks geometrijska sredina dvaju istodobnih Malmquistovih indeksa, kako bi se izbjegle poteškoće pri odabiru referentnih tehnologija, tj. hoće li se koristiti vremenske t ili $t+1$ tehnologije. Dobili su pojednostavljenu formulu ukupne promjene faktorske produktivnosti, koja se može napisati kao:

$$UPFP = TP \times PU \quad (1)$$

PU je promjena učinkovitosti koja predstavlja promjenu DMU-a u odnosu na granicu proizvodnje. TP je tehnička promjena koja pokazuje pomicanje granice proizvodnje u dva vremenska razdoblja. TP veći od 1 označava poboljšanje produktivnosti između razdoblja t i $t+1$ dok TP manji od 1 označava pogoršanje produktivnosti između dva vremenska razdoblja. Jasno je da su izvori poboljšanja produktivnosti poboljšanje učinkovitosti ili tehničke promjene.

Malmquistov indeks produktivnosti omogućuje dinamičku analizu promjena učinkovitosti kroz vrijeme, što predstavlja značajnu prednost u odnosu na statičku DEA analizu. MPI se može rastaviti na dvije ključne komponente, promjenu tehničke učinkovitosti i tehnološku promjenu (Färe et al., 1994). U kontekstu bolničkih odjela, promjena tehničke učinkovitosti može odražavati bolje upravljačke prakse i organizaciju rada, dok tehnološka promjena može ukazivati na implementaciju novih medicinskih tehnologija ili protokola liječenja (Kohl et al., 2019).

Jedan od najvažnijih koraka pri korištenju DEA metode je pravi odabir varijabli koje treba uzeti u obzir u modelima (Štefko et al., 2018). Ovaj bi izbor trebao identificirati primarne varijable koje utječu na proces, a to je pružanje zdravstvene skrbi i, nakon toga, povezati ih na najrealističniji mogući način (Yaya et al., 2020). Ipak, tri kategorije predstavljaju najčešće korištene ulaze za ocjenu učinkovitosti, kao i za izlaze. Što se tiče inputa, većina autora odabrala je barem jednu varijablu koja predstavlja kapitalna ulaganja, radnu snagu i operativne troškove (Kao et al., 2020; Rabar, 2013). Što se tiče rezultata, glavne varijable koje se koriste odnose se na bolničku uslugu, ambulantnu službu i druge kritične usluge kao što su hitna pomoć ili kirurška služba (Rabar, 2013;

Yaya et al., 2020). Fokusrajući se na ulazne varijable, najčešća kombinacija ulaznih varijabli je ona koju su, kao primjer, koristili Almeida i suradnici (2015), koji su koristili broj kreveta kao varijablu kapitalnih ulaganja, broj liječnika i medicinskih sestara kao varijablu rada i samu vrijednost operativnih troškova kao mjeru operativnih troškova. Što se tiče varijabli kapitalnih ulaganja, broj kreveta je daleko najviše korišten, višestruko jedini koji predstavlja ovu kategoriju u mnogim radovima (Rabar, 2013; Štefko et al., 2018). Naprotiv, za predstavljanje radne snage unutar bolnice, u literaturi je prisutan širi skup varijabli. Osim broja liječnika i broja medicinskih sestara, nekoliko se puta razmatra i broj drugog osoblja, (Andrews, 2020), a neke studije uzimaju u obzir samo jedno varijabla, kliničko osoblje, koja u nekim slučajevima zbraja broj liječnika i medicinskih sestara (Kao et al., 2020; Yaya et al., 2020), a u drugima svo osoblje koje radi u bolnici (Gholami et al., 2014). Za ovu analizu, korištene su dvije ulazne i dvije izlazne varijable. Inputi su broj akutnih postelja (P) i broj stalno zaposlenih liječnika (L) na odjelu, a izlaz su varijable koje pozitivno utječu na učinak, a to su broj otpuštenih bolesnika (BOB) i broj obavljenih pregleda (BOP).

REZULTATI I RASPRAVA

Za rješavanje problema, koristio se input-orijentirani CCR model. U ovom slučaju za odjel i u godini t, udaljenosna funkcija definirana je kao:

$$D_o^t(P_i^t, L_i^t, BOB_i^t, BOP_i^t) = \max \left\{ \phi : \sum_{j=1}^n \lambda_j BOB_j^t \geq \phi BOB_i^t, \sum_{j=1}^n \lambda_j BOP_j^t \geq \phi BOP_i^t, \sum_{j=1}^n \lambda_j P_j^t \leq \phi P_i^t, \sum_{j=1}^n \lambda_j L_j^t \leq \phi L_i^t \right\} \quad (2)$$

gdje su λ_j težine koje određuju referentnu skupinu odjela.

Alternativno, output-orijentirani model bi bio prikladniji u situacijama gdje je cilj maksimizirati izlazne rezultate uz fiksne resurse, što može biti relevantno u određenim kontekstima zdravstvene politike ili kada je fokus na povećanju dostupnosti zdravstvenih usluga. Kako što je već i navedeno, Malmquist indeks mjeri promjenu produktivnosti između dvije vremenske točke koristeći koncept udaljenosnih funkcija iz DEA. Za izlazno orijentirani pristup, cilj je maksimizirati izlaze (BOB i BOP) pri zadanim ulazima (P i L), što odražava sposobnost odjela da postigne veći učinak bez dodatnih resursa.

Struktura Malmquist indeksa se izračunava kao geometrijska sredina udaljenosnih funkcija između godina t i t+1:

$$MI_{i,t+1} = \sqrt{\frac{D_o^t(P^{t+1}, L^{t+1}, BOB^{t+1}, BOP^{t+1})}{D_o^t(P^t, L^t, BOB^t, BOP^t)} \cdot \frac{D_o^{t+1}(P^{t+1}, L^{t+1}, BOB^{t+1}, BOP^{t+1})}{D_o^{t+1}(P^t, L^t, BOB^t, BOP^t)}} \quad (3)$$

Vrijednost $MI > 1$ ukazuje na povećanje produktivnosti, dok $MI < 1$ označava regres. Za svaku godinu zasebno provodi se DEA analiza za odjel k u godini t, za sve odjele i sve godine. Da bi dobili Malmquist indeks, moramo napraviti dekompenzaciju na dvije komponente.

Podaci pokrivaju razdoblje od 2022. do 2024. godine (3 godine). Prosječan broj liječnika je 36, a velika standardna devijacija (36,39) ukazuje na značajne razlike među

DMU jedinicama. Raspon se kreće od minimalno 9 do maksimalno 128 liječnika. Prosječan broj ležajeva je 18 uz standardnu devijaciju od 13,66. Raspon se kreće od minimalno 5 do maksimalno 54 ležaja. Prosječan broj otpuštenih pacijenata je 3.275, uz izrazito veliku standardna devijacija (8.425,83) ukazuje na ekstremne razlike u operativnim kapacitetima. Raspon se kreće od minimalno 303 do čak 49.016 postupaka. Prosječan broj otpuštenih pacijenata je 9.363. Velika standardna devijacija (10.525,08) također ukazuje na značajne razlike. Raspon se kreće od minimalno 1.598 do maksimalno 39.228 pacijenata. Ovi pokazatelji ukazuju na značajnu heterogenost među DMU jedinicama, što će se uzeti u obzir pri analizi efikasnosti i izračunu Malmquist indeksa. Velike razlike u ulaznim i izlaznim varijablama mogu utjecati na relativnu efikasnost pojedinih jedinica.

Tablica 5. Osnovni statistički parametri svih odjela

DMU	P_mean	L_mean	L_std	BOP_mean	BOP_std	BOB_mean	BOB_std
DMU1	12	26,33	1,53	572,67	5,13	3077,67	162,9
DMU2	60	23	1	4268	927,5	12004,33	517,96
DMU3	10	5,33	0,58	628,33	233,55	3506,67	877,59
DMU4	128	50,33	3,51	5960	785,6	37040,33	1979,76
DMU5	79	34,33	3,21	19177	25842,4	21288	2061,16
DMU6	24	11,67	1,53	1008	297,05	6076,33	514,4
DMU7	9	6,67	1,53	658,33	30,5	1760,67	139,08
DMU8	16	10,33	1,53	521,67	88,08	1861,33	260,55
DMU9	23	17,33	0,58	2022,67	276,68	8637	793,01
DMU10	24	10,67	0,58	333	26,06	3890,67	147,22
DMU11	16	7	0	878,33	101,04	3851	281,07

Izvor: rezultati istraživanja

Detaljnija analiza osnovnih statističkih parametara odjela, pokazala je određene specifičnosti, i to:

1. DMU4 - Najveći kapacitet, rekordni ulazi ($P=128$, $L=50.33$), najviši BOB (37,040 dana $\pm 1,980$) i stabilni outputi ($BOP\ std = 785.6$)
2. DMU5 - Ekstremni outlier, Eksplozivan rast BOP 2024. (49,016 pacijenata) i Visoka varijabilnost ($BOP\ std = 25,842$)
3. DMU7 - Minimalni resursi, najmanji P (9) i L (6.67) inajniži BOB (1,760 dana)
4. DMU9 - Ubrzani rast, kontinuirani porast BOP (+31.7% 2022-2024) i stabilno povećanje BOB (+20.2% u istom razdoblju)
5. DMU10 - Niska produktivnost, najniži BOP (333 pacijenta) uz srednje resurse i minimalna varijabilnost outputa

Nulta standardna devijacija za P, kod svih jedinica ukazuju da broj zaposlenika (P) ostaje konstantan kroz sve tri godine. Neujednačena distribucija resursa (P raspon 9-128, L raspon 5-54) zahtijeva korištenje neparametrijskih metoda u DEA analizi radi pravedne usporedbe jedinica različitih veličina.

Tablica 6. Malmquistov indeks produktivnosti po razdobljima

DMU	2022-2023	2023-2024	Prosjek
DMU1	1,0423	1,0097	1,026
DMU2	1,0248	0,7123	0,8686
DMU3	0,815	1,1889	1,002
DMU4	1,1519	1,0098	1,0808
DMU5	1,47	1	1,235
DMU6	1,6203	0,928	1,2742
DMU7	1,0443	0,5828	0,8136
DMU8	1,5189	0,737	1,128
DMU9	1,1973	1	1,0987
DMU10	1,3014	1,092	1,1967
DMU11	1,3702	0,9779	1,174
Prosjek	1,2324	0,9308	1,0816

Izvor: rezultati istraživanja

Izračunati rezultati efikasnosti (omjer izlaza i ulaza) su prikazani u tablici.

Tablica 7. Rezultati efikasnosti po DMU

Naziv	ER 2022	ER 2023	ER 2024	AER	TER
DMU1	94,45	91,05263	100,3514	95,28466	5,901351
DMU2	199,8554	183,0732	204,9643	195,9643	5,108864
DMU3	351,6667	207,5333	251,0625	270,0875	-100,604
DMU4	233,5143	236,1854	253,2692	240,9896	19,75495
DMU5	211,3839	253,1081	595,0855	353,1925	383,7015
DMU6	176,6944	205,9118	213,2703	198,6255	36,57583
DMU7	162,6429	161,625	140,8235	155,0305	-21,8193
DMU8	80,72	93,73077	96,21429	90,22168	15,49429
DMU9	232,3659	270	291,3	264,5553	58,93415
DMU10	116,8286	119,2286	129,6765	121,9112	12,8479
DMU11	193,6087	198,7826	224,4783	205,6232	30,86957

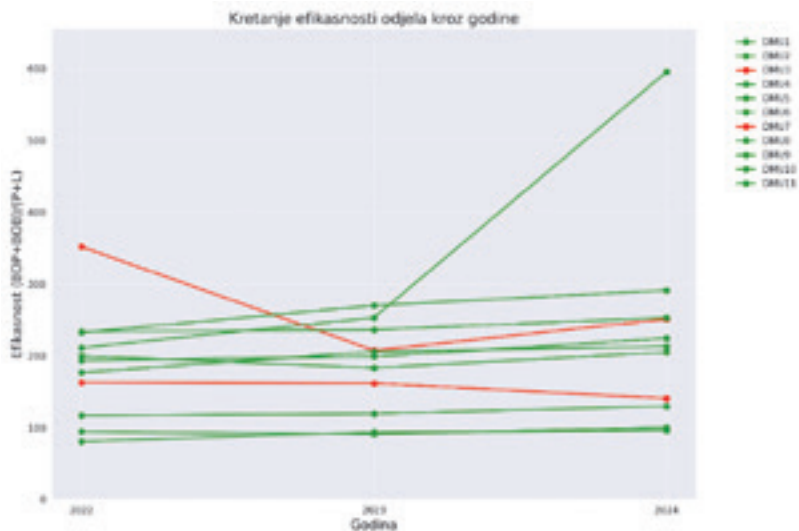
Izvor: rezultati istraživanja

ER = Efficiency Ratio; AER = Average Efficiency Ratio; TER = Total Efficiency Ratio

Efficiency Ratio predstavlja omjer izlaznih i ulaznih vrijednosti za svaki odjel. Konkretno, to je izračunato kao:

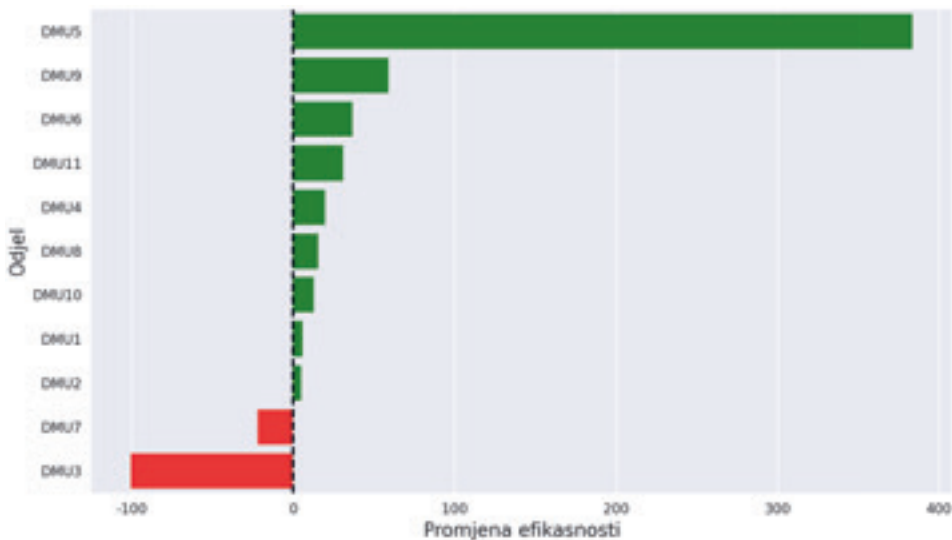
$$\text{Eff_ratio} = \text{BOP} + \text{BOB} / P + L \quad (4)$$

Ovaj pokazatelj mjeri koliko “outputa” (zbroj otpuštenih pacijenata i ostvarenih boravaka) generira odjel po jedinici “inputa” (zbroj postelja i liječnika). Veća vrijednost znači da odjel postiže više rezultata s raspoloživim resursima, što ukazuje na veću efikasnost. Grafički prikaz može nam bolje predložiti raspored podataka.

Slika 5. Grafički prikaz negativnog kretanja efikasnosti

Izvor: rezultati istraživanja

Linijski graf efikasnosti pruža vizualnu sliku promjena u operativnoj učinkovitosti odjela kroz vrijeme, što pomaže u donošenju odluka temeljenih na usporedbi trendova i rasta ili pada efikasnosti. Iz analize efikasnosti odjela vidimo da DMU5 pokazuje izvanredan rast efikasnosti (povećanje od 183%), DMU3 bilježi najveći pad (-28.6%), većina odjela (7 od 11) pokazuje kontinuirani rast efikasnosti, samo DMU7 ima kontinuirani pad kroz sve tri godine i linijski graf prikazuje dinamiku promjena kroz vrijeme, dok bar graf pokazuje ukupnu promjenu između početne i završne godine.

Slika 6. Ukupna promjena efikasnosti 2022- 2024

Izvor: rezultati istraživanja

Ovaj bar graf prikazuje ukupnu promjenu efikasnosti za svaki odjel između 2022. i 2024. godine. Zelene trake predstavljaju odjele koji su povećali svoju efikasnost tijekom promatranog razdoblja. Najznačajnije poboljšanje vidljivo je kod DMU5, koji je ostvario izvanredno povećanje efikasnosti od preko 380 jedinica. Crvene trake označavaju odjele koji su smanjili svoju efikasnost. Najveći pad zabilježen je kod DMU3 (oko -100 jedinica) i DMU7 (oko -20 jedinica). Poredak odjela na grafu je od najvećeg poboljšanja (na vrhu) do najvećeg pada (na dnu), što omogućuje brzu vizualnu identifikaciju najuspješnijih i najmanje uspješnih odjela. Crtkana vertikalna linija na nuli služi kao referentna točka koja razdvaja odjele s pozitivnom i negativnom promjenom. Ovaj graf omogućuje jednostavnu usporedbu ukupne promjene efikasnosti između različitih odjela i brzu identifikaciju onih koji zahtijevaju posebnu pažnju ili mogu poslužiti kao primjer dobre prakse.

Rezultati analize učinkovitosti bolničkih odjela OB Zadar trebaju se promatrati u širem kontekstu izazova s kojima se suočava hrvatski zdravstveni sustav. Demografske promjene, starenje stanovništva i ograničeni financijski resursi stvaraju pritisak na bolnice da optimiziraju korištenje resursa (Vehovec, 2014). Identificirani trendovi učinkovitosti mogu se povezati s nacionalnim reformama zdravstvenog sustava i specifičnim lokalnim inicijativama. Primjerice, izvanredno povećanje učinkovitosti Službe za kirurgiju može biti rezultat implementacije novih protokola, reorganizacije rada ili uvođenja minimalno invazivnih kirurških tehnika koje skraćuju vrijeme hospitalizacije. S druge strane, pad učinkovitosti Odjela za infektologiju mogao bi biti povezan s promjenama u epidemiološkoj situaciji nakon COVID-19 pandemije, što naglašava važnost kontekstualnih faktora pri interpretaciji rezultata DEA analize

ZAKLJUČAK

Analiza efikasnosti u Općoj bolnici Zadar za razdoblje od 2022. do 2024. godine pokazuje složenu dinamiku poslovanja među različitim odjelima, pri čemu su rezultati mjereni omjerom izlaza i ulaza u radne procese. Metodologija koja se koristila omogućila je kvantitativnu evaluaciju performansi temeljem podataka o zbroju izlaznih vrijednosti (BOP i BOB) i ulaznih vrijednosti (P i L). Time je dobivena precizna slika operativne učinkovitosti svakog odjela kroz tri godine, no istovremeno su identificirani značajni trendovi koji zahtijevaju daljnju pažnju.

Prema analiziranim podacima, većina odjela bilježi rast učinkovitosti, što je znak uspješnog prilagođavanja i optimizacije resursa u vrijeme promjena. Primjerice, Služba za kirurgiju pokazala je izvanredno povećanje učinkovitosti, što ukazuje na primjenu inovativnih praksi i efikasnije upravljanje resursima. S druge strane, određeni odjeli pokazuju pad učinkovitosti, a najizraženiji pad zabilježen je kod Odjela za infektologiju, što signalizira potrebu za detaljnijom analizom uzroka smanjenja operativne učinkovitosti u tom segmentu. Također, Odjel za oftalmologiju i optometriju bilježi kontinuirani pad učinkovitosti, što naglašava važnost usmjeravanja dodatnih resursa i prelaska na optimalnije modele poslovanja.

Znanstveni doprinos ovog rada očituje se u razvoju jednostavnog i istovremeno robusnog modela evaluacije učinka zdravstvenih odjela, koji integrira osnovne ulazne i izlazne varijable. Longitudinalna analiza omogućava praćenje dinamike efikasnosti tijekom godina, što nadilazi ograničenja presječnih studija. Nadalje, konkretni primjeri dobrih praksi, kao što je slučaj Službe za kirurgiju, doprinose empirijskom razumije-

vanju faktora uspjeha, dok rezultati s padom učinkovitosti u Odjelu za infektologiju i Odjelu za oftalmologiju i optometriju pružaju temelj za formulaciju strateških intervencija. Jedno od ključnih ograničenja ovog istraživanja leži u pojednostavljenosti korištenog modela, koji ne obuhvaća kvalitativne aspekte zdravstvene skrbi niti sve varijable koje bi mogle dodatno objasniti razlike među odjelima. S obzirom na to, daljnja istraživanja trebala bi se usmjeriti na integraciju dodatnih varijabli poput indikatora kvalitete usluga, zadovoljstva pacijenata i složenosti medicinskih slučajeva, čime bi se stvorila sveobuhvatnija slika performansi. Unatoč vrijednim uvidima koje pruža DEA-MPI analiza, važno je prepoznati metodološka ograničenja ovog pristupa. Prvo, DEA je osjetljiva na odabir varijabli i specifikaciju modela, pri čemu uključivanje ili isključivanje određenih ulaza ili izlaza može značajno utjecati na rezultate (O'Neill et al., 2008), i drugo, DEA pretpostavlja homogenost jedinica odlučivanja što može biti problematično u kontekstu bolničkih odjela s različitim specijalizacijama. Moguća istraživanja mogu biti: uključivanje kvalitativnih pokazatelja zdravstvene skrbi, primjena modela koji uzimaju u obzir heterogenost odjela kroz prilagodbu za težinu slučajeva (eng. *case-mix adjustment*), usporedba s drugim bolnicama sličnih karakteristika radi benchmarkinga, i kombiniranje DEA s kvalitativnim istraživačkim metodama za dublje razumijevanje organizacijskih faktora koji utječu na učinkovitost.

Ukupno gledano, rezultati ove analize pozitivno utječu na razumijevanje dinamike efikasnosti unutar bolnice, pružajući empirijski utemeljene smjernice za poboljšanje upravljanja resursima. Implementacija predloženih mjera može doprinijeti osiguranju bolje raspodjele resursa te, time, poboljšanju kvalitete pružene zdravstvene skrbi. Ovaj rad istovremeno predstavlja temelj za daljnja istraživanja koja će nastojati riješiti prepoznata ograničenja i unaprijediti modele evaluacije učinkovitosti u zdravstvenom sustavu.

LITERATURA

- Almeida, A., Frias, R., & Figue, J. P. (2015). Evaluating hospital efficiency adjusting for quality indicators: An application to Portuguese NHS hospitals. *Health Economics & Outcome Research: Open Access*, *1*(1). <https://doi.org/10.4172/2471-268x.1000103>
- Alonso, J. M., Clifton, J., & Díaz-Fuentes, D. (2015). The impact of New Public Management on efficiency: An analysis of Madrid's hospitals. *Health Policy*, 119(3), 333–340. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2014.12.001>
- Andrews, A. (2020). Investigating Technical Efficiency and its Determinants: Case of New Zealand District Health Boards. *Health Policy and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2020.04.006>
- Blatnik, P., Bojnec, Š., & Tušak, M. (2017). Measuring efficiency of secondary healthcare providers in Slovenia. *Open Medicine*, 12(1), 214–225. <https://doi.org/10.1515/med-2017-0031>
- Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica*, 50(6), 1393–1414. <https://doi.org/10.2307/1913388>
- Charles, V., & Kumar, M. (Eds.). (2012). *Data envelopment analysis and its applications to management*. Cambridge Scholars Publishing.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., & Battese, G. E. (2012). *An introduction to efficiency and productivity*

- analysis*. Springer Science & Business Media.
- Cook, W. D., & Seiford, L. M. (2009). Data envelopment analysis (DEA) - Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192(1), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.032>
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software* (2nd ed.). Springer.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (Eds.). (2011). *Handbook on data envelopment analysis*. Springer.
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S., & Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 245–259. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00149-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00149-1)
- Državni zavod za statistiku. (2023). Statistički ljetopis 2023. <https://podaci.dzs.hr/2022/hr/29252>
- Emrouznejad, A., & Yang, G. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4–8. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.008>
- Färe, R., & Grosskopf, S. (1992). Malmquist productivity indexes and Fisher ideal indexes. *The Economic Journal*, 102(410), 158–160. <https://doi.org/10.2307/2234861>
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American Economic Review*, 84(1), 66–83.
- Gao, Q., & Wang, D. (2020). Hospital efficiency and equity in health care delivery: A study based in China. *Socio-Economic Planning Sciences*, 76, 100964. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100964>
- Gautam, S., Hicks, L. L., Johnson, T., & Mishra, B. (2013). Measuring the performance of critical access hospitals in Missouri using data envelopment analysis. *The Journal of Rural Health*, 29(2), 150–158. <https://doi.org/10.1111/j.1748-0361.2012.00439.x>
- Gholami, R., Higón, D. A., & Emrouznejad, A. (2014). Hospital performance: Efficiency or quality? Can we have both with IT? *Expert Systems with Applications*, 41(11), 5120–5128. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.12.019>
- Hamzeh, S. R., & Xu, X. (2019). Technology selection methods and applications in manufacturing: A review from 1990 to 2017. *Computers & Industrial Engineering*, 138, 106123. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106123>
- Hollingsworth, B. (2008). The measurement of efficiency and productivity of health care delivery. *Health Economics*, 17(10), 1107–1128. <https://doi.org/10.1002/hec.1391>
- Jacobs, R., Smith, P. C., & Street, A. (2006). *Measuring efficiency in health care: Analytic techniques and health policy*. Cambridge University Press.
- Jung, S., Son, J., Kim, C., & Chung, K. (2023). Efficiency measurement using data envelopment analysis (DEA) in public healthcare: Research trends from 2017 to 2022. *Processes*, 11(3), 811. <https://doi.org/10.3390/pr11030811>
- Kalanj, K. (2022). *Modeli plaćanja zdravstvenih usluga i učinkovitost bolničkoga sustava u Republici Hrvatskoj*. Medicinska naklada.
- Kao, C., Pang, R.-Z., Liu, S.-T., & Bai, X.-J. (2020). Most productive types of hospitals: An empirical analysis. *Omega*, 99, 102310. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102310>
- Kohl, S., Schoenfelder, J., Fügner, A., & Brunner, J. O. (2019). The use of Data Envelopment Analysis (DEA) in healthcare with a focus on hospitals. *Health Care Management Science*, 22(2), 245–286. <https://doi.org/10.1007/s10729-018-9436-8>
- Lorenzoni, L., & Dougherty, S. (2022). Understanding differences in health care spending: A comparative study of prices and volumes across OECD countries. *Health Services Insights*, 15. <https://doi.org/10.1177/11786329221109755>
- Mitropoulos, P., Mitropoulos, I., & Sissouras, A. (2012). Managing for efficiency in health care: The

- case of Greek public hospitals. *The European Journal of Health Economics*, 14(6), 929–938. <https://doi.org/10.1007/s10198-012-0437-0>
- Nicola, A., Gitto, S., Mancuso, P., & Valdmanis, V. (2014). Healthcare reform in Italy: An analysis of efficiency based on nonparametric methods. *The International Journal of Health Planning and Management*, 29(2), e123–e134. <https://doi.org/10.1002/hpm.2183>
- O'Neill, L., Rauner, M., Heidenberger, K., & Kraus, M. (2008). A cross-national comparison and taxonomy of DEA-based hospital efficiency studies. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3), 158–189. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2007.03.001>
- Ozcan, Y. A. (2007). *Health care benchmarking and performance evaluation: An assessment using Data Envelopment Analysis (DEA)*. Springer.
- Peykani, P., & Pishvaei, M. (2024). Performance evaluation of hospitals under data uncertainty: An uncertain common-weights data envelopment analysis. *Healthcare*, 12(6), 611. <https://doi.org/10.3390/healthcare12060611>
- Rabar, D. (2013). Assessment of regional efficiency in Croatia using data envelopment analysis. *Croatian Operational Research Review*, 4(1), 76–88.
- Ramanathan, R. (2003). *An introduction to data envelopment analysis: A tool for performance measurement*. SAGE Publications.
- Ray, S. C. (2004). *Data envelopment analysis: Theory and techniques for economics and operations research*. Cambridge University Press.
- Shewell, P., & Migiro, S. (2016). Data envelopment analysis in performance measurement: A critical analysis of the literature. *Problems and Perspectives in Management*, 14(3), 705–713. [https://doi.org/10.21511/ppm.14\(3\).2016.14](https://doi.org/10.21511/ppm.14(3).2016.14)
- Štefko, R., Gavurová, B., & Kočíšová, K. (2018). Healthcare efficiency assessment using DEA analysis in the Slovak Republic. *Health Economics Review*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13561-018-0191-9>
- Vehovec, M. (2014). Međunarodna usporedba kvalitete zdravstvene zaštite iz perspektive njenih korisnika. U M. Vehovec (Ur.), *Kvaliteta zdravstvene zaštite u Hrvatskoj* (str. 283–300). Ekonomski institut Zagreb.
- Yaya, S., Xi, C., Xiaoyang, Z., & Meixia, Z. (2020). Evaluating the efficiency of China's healthcare service: A weighted DEA-game theory in a competitive environment. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122431. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122431>

ASSESSING THE EFFICIENCY OF HOSPITAL DEPARTMENT PERFORMANCE PERIODS USING THE MALMQUIST PRODUCTIVITY INDEX

Zdenko Jukić

doctoral candidate, Faculty of Economics, University of Rijeka, Rijeka, Croatia, zjukic1@uniri.hr, ORCID ID0009-0000-2991-4592

Summary: This paper presents a quantitative assessment of operational efficiency across hospital departments at Zadar General Hospital, Croatia, over the 2022-2024 period, employing Data Envelopment Analysis (DEA) and Malmquist Productivity Index (MPI) methodologies. The research evaluates the relative efficiency of 11 departments by analysing the relationship between input variables (number of beds and

physicians) and output variables (number of discharged patients and outpatient examinations), providing insights into productivity dynamics within the hospital system. The study utilizes an input-oriented CCR model to establish efficiency scores and applies the Malmquist index to measure productivity changes over time. This methodological approach enables both static efficiency evaluation and dynamic tracking of performance trends, with productivity decomposed into technical efficiency change and technological change components. The longitudinal design overcomes limitations inherent in cross-sectional studies by capturing efficiency fluctuations across multiple time periods. Results reveal significant heterogeneity among departments, with substantial variations in resource distribution and operational capacity. The average number of physicians was 36 ($SD=36.39$), ranging from 9 to 128, while the average number of beds was 18 ($SD=13.66$), ranging from 5 to 54. The majority of departments (7 out of 11) demonstrated continuous efficiency improvements throughout the study period. The Surgery Department exhibited exceptional efficiency growth (183% increase), likely attributable to innovative practices and optimized resource management. Conversely, the Department of Infectious Diseases recorded the most substantial efficiency decline (-28.6%), potentially associated with post-COVID-19 pandemic epidemiological shifts. The Department of Ophthalmology and Optometry showed consistent efficiency reduction across all three years, indicating a need for resource reallocation and operational model optimization.

The scientific contribution of this research lies in developing a robust yet straightforward model for evaluating healthcare department performance that integrates fundamental input and output variables. The empirical findings provide evidence-based guidelines for resource management improvement and strategic interventions. Key limitations include the model's simplicity, which excludes qualitative aspects of healthcare delivery and other variables that might further explain interdepartmental differences. Future research directions should incorporate additional variables such as service quality indicators, patient satisfaction metrics, and case complexity measures to create a more comprehensive performance assessment. Furthermore, methodological advancements could address DEA limitations through case-mix adjustments accounting for departmental heterogeneity, benchmarking against similar hospitals, and combining quantitative analysis with qualitative research methods to better understand organizational factors influencing efficiency.

This study contributes to understanding efficiency dynamics within hospital systems, offering empirically grounded insights for healthcare resource management improvement while establishing a foundation for future research addressing identified limitations and enhancing healthcare system efficiency evaluation models.

Keywords: Malmquist productivity index (MPI), Data Envelopment Analysis (DEA), Hospital efficiency, Productivity analysis, Resource management

JEL classification: C31, C51, C61, C67, I11, O15, O47

