

UČINKOVITOST JAVNE POTROŠNJE ZA ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ I STVARANJE ZNANJA U SREDNJOJ I ISTOČNOJ EUROPI

Dalibor GREGANIĆ*

U ovom radu primjenjujemo analizu omeđivanja podataka (AOMP) za analizu učinkovitosti javne potrošnje za istraživanje i razvoj u zemljama Srednje i Istočne Europe (CEE), koristeći se stvaranjem i difuzijom znanja kao ključnim pokazateljima outputa. Naši rezultati pokazuju da se većina zemalja Srednje i Istočne Europe ne koristi javnim resursima za istraživanje i razvoj na učinkovit način i da bi trenutačna razina potrošnje trebala donositi mnogo bolje rezultate na ljestvici Globalnog indeksa inovacija. Stoga smatramo da zemlje Srednje i Istočne Europe trebaju prvenstveno povećati učinkovitost umjesto da povećavaju razinu javne potrošnje za istraživanje i razvoj. Da bi to postigle, te bi zemlje trebale nastaviti poboljšavati svoj institucionalni okvir u pogledu učinkovitosti vlade, poslovnog ozračja i suzbijanja korupcije. Povećanje učinkovitosti istraživanja i razvoja od velikog je značaja za zemlje Srednje i Istočne Europe pri traženju novih modela rasta koji se temelje na znanju i koji su za stvaratelje politika izazovniji od modela prije pojave krize utemeljenim na akumulaciji fizičkog kapitala i usvajanju tehnologija iz inozemstva.

Ključne riječi: istraživanje i razvoj, javni sektor, stvaranje znanja, AOMP, zemlje Srednje i Istočne Europe (CEE)

1. UVOD

Todaro i Smith (2014) smatraju da postoje tri temeljna izvora gospodarskog rasta: (i) akumulacija kapitala, uključujući sva nova ulaganja u zemljišta, fizičku opremu i ljudske resurse putem poboljšanja u području zdravstva, obrazovanja i radnih vještina; (ii) porast broja stanovnika i time, s vremenom, rast radne snage i (iii) tehnološki napredak – novi načini izvršavanja zadataka. U ovom radu usredotočit ćemo se na potonji faktor rasta s obzirom na to da doprinos tehnološkog napretka gospodarskom rastu postaje sve izraženiji u novom digitalnom dobu.

Solow je već u svojem pionirskom radu (1956) prepoznao važnost tehnološkog napretka unutar neoklasičnog analitičkog okvira. U tim je modelima tehnološka promjena egzogena, dolazi kao *mana s neba* i određuje dugoročnu stopu rasta zemalja kroz učinke na dugoročnu produktivnost. Iako su ti modeli bili otkriće u teoriji gospodarskog razvoja i rasta, nisu uspjeli *internalizirati* tehnološki napredak.

Situacija se promijenila 1990. godine nakon što je Paul Romer objavio svoj rad o endogenim tehnološkim promjenama (Romer, 1990). U tom radu Romer nije osporio glavne zaključke koje je iznio Solow. Naime, prema njegovu mišljenju, tehnološka promjena potiče

* mr. sc. Dalibor Greganić, doktorand na Ekonomskom fakultetu, Sveučilište u Zagrebu; Profil Klett d.o.o. (e-mail: dalibor.greganic@profil-klett.hr)

kontinuiranu akumulaciju kapitala, a akumulacija kapitala i tehnološke promjene zajedno predstavljaju velik dio povećanja u *outputima* po satu rada. Međutim, Romer je otišao korak dalje i objasnio da tehnološke promjene velikim dijelom nastaju kao rezultat namjernih radnji koje poduzimaju ljudi koji reaguju na tržišne poticaje i ulažu u istraživanje i razvoj. U tom smislu, tehnološki napredak u njegovu je modelu endogen, a ne egzogen.

No sama razina potrošnje za istraživanje i razvoj ne može osigurati adekvatan privatni ili socijalni povrat ulaganja u gospodarstvo. Točnije, ako se resursi za istraživanje i razvoj ne upotrebljavaju na učinkovit način (izraz „učinkovit“ upotrebljavamo u smislu tehničke učinkovitosti), oni ne mogu proizvesti odgovarajuće *outpute* potrebne za održivi tehnološki napredak. Stoga u ovome radu nećemo analizirati samo razinu potrošnje za istraživanje i razvoj nego i učinkovitost te potrošnje u regiji Srednje i Istočne Europe. Naša pažnja usmjerena je na javnu potrošnju za istraživanje i razvoj jer nas zanima perspektiva javne politike ove teme.

Za određivanje učinkovitosti javne potrošnje za istraživanje i razvoj primjenjujemo pristup analize omeđivanja podataka (AOMP). Ključni *input* u našoj analizi čini ukupna veličina državnih proračunskih sredstava ili izdataka za istraživanje i razvoj. Novine koje donosi ovaj rad čine odabrani *outputi* jer ne upotrebljavamo uobičajene *outpute* kao što su broj patenata ili broj objavljenih znanstvenih radova, nego rezultate Globalnog izvješća o inovacijama za koje smatramo da sadrži više informacija o stvaranju znanja što je ključan preduvjet za tehnološki napredak u nekim zemljama. Naša je glavna hipoteza da se većina zemalja Srednje i Istočne Europe ne koristi javnim resursima za istraživanje i razvoj na učinkovit način.

Rad je strukturiran na sljedeći način. Uvod je prvi dio rada; u drugom dijelu predstavljamo kratak pregled postojeće literature s naglaskom na radove koji upotrebljavaju pristup AOMP. U trećem dijelu rada ukratko objašnjavamo metodologiju, tj. analizu omeđivanja podataka, dok u četvrtom dijelu opisujemo i analiziramo podatke upotrebljavane u modelu. U petom dijelu rada raspravljamo o rezultatima, a posljednji dio sadrži zaključke i preporuke za politiku.

2. PREGLED LITERATURE

Werner i Souder (1997) podijelili su istraživanje o učinkovitosti i djelotvornosti istraživanja i razvoja u dvije kategorije: makro i mikro. Tehnike na makrorazini usmjerene su na utjecaj istraživanja i razvoja na društvo u cjelini. Tehnike na mikrorazini usmjerene su na utjecaj istraživanja i razvoja tvrtke na njenu vlastitu učinkovitost.

U ovome smo se radu usredotočili na pristup na makrorazini, međudržavne usporedbe i radove temeljene na analizi AOMP. Literatura koja se bavi tim pristupom relativno je oskudna. Iako se Teitel (1994.) nije koristio analizom AOMP, njegov je rad vrijedan spomena jer predstavlja jedan od referentnih radova u tome području. Autor je pokazao da ulaganje u istraživanje i razvoj može rezultirati povećanjem broja patenata i poboljšati znanstvene rezultate u raznim zemljama. To je otkriće potaknulo buduća istraživanja o učinkovitosti potrošnje za istraživanje i razvoj. Rousseau i Rousseau (1997) te Rousseau i Rousseau (1998) upotrijebili su AOMP u analizi učinkovitosti potrošnje za istraživanje i razvoj u razvijenim zemljama. Pokazali su da postoji velika razlika u učinkovitosti među zemljama što znači da čak i visokorazvijene zemlje mogu biti pozicionirane ispod tehnološke granice. Na temelju pristupa AOMP Lee i Park (2005) analizirali su učinkovitost istraživanja i razvoja u dvadeset i sedam uglavnom razvijenih zemalja, a na temelju rezultata podijelili su zemlje u četiri kategorije: izumitelji (Finska, Francuska, Njemačka, Japan i Sjedinjene Američke Države), trgovci (Austrija, Irska, Norveška i Singapur), akademici (Australija, Kanada, Mađarska, Italija, Novi Zeland, Španjolska i Ujedinjena Kraljevina) i neuspješni (Kina, Češka, Koreja,

Meksiko, Poljska, Portugal, Rumunjska, Ruska Federacija, Slovačka, Slovenija i Tajvan). Wang i Huang (2007) analizirali su učinkovitost istraživanja i razvoja u trideset zemalja članica Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj (dalje u tekstu: OECD) i zemalja koje nisu članice OECD-a, uzimajući u obzir i okolišne čimbenike poput poznavanja engleskog jezika. Otkrili su da se velik dio neučinkovitosti može objasniti indikatorom poznavanja engleskog jezika neke zemlje. Sharma i Thomas (2008) upotrijebili su AOMP za ispitivanje relativne učinkovitosti procesa istraživanja i razvoja u skupini od dvadeset i dvije razvijene zemlje i zemlje u razvoju te dokumentirali razmjerno visoku razinu neučinkovitosti u korištenju resursima za istraživanje i razvoj u objema skupinama. Thomas, Jain i Sharma (2009) analizirali su učinkovitost potrošnje za istraživanje i razvoj u dvadeset zemalja članica OECD-a, Kini i Ruskoj Federaciji. Autori su zaključili da su azijske zemlje postigle izniman napredak u učinkovitosti istraživanja i razvoja, i to, čini se, nauštrb vodećih zemalja kao što su SAD i Ujedinjena Kraljevina. Što se tiče azijskih zemalja, autori su ukazali na to da broj znanstvenih publikacija u Kini značajno raste, dok Republika Koreja postiže izvanredne rezultate u patentiranju među stanovnicima. Cincera, Czarnitzki i Thorwarth (2011) analizirali su učinkovitost istraživanja i razvoja u zemljama članicama OECD-a i državama članicama EU-a. Rezultati pokazuju da su najučinkovitije zemlje u pogledu javne podrške istraživanju i razvoju Australija, Kanada, Finska, Njemačka, Japan, Nizozemska, Novi Zeland, Singapur, Švicarska i SAD.

Aristovnik (2012) je proveo istraživanje koje je najslbližije našem. Na temelju metodologije AOMP izmjerio je relativnu učinkovitost u primjeni javnog obrazovanja i potrošnje za istraživanje i razvoj u novim državama članicama EU-a u odnosu na odabrane države članice EU-a i zemlje članice OECD-a. Rezultati pokazuju da Cipar i Mađarska dominiraju na području istraživanja i razvoja. Empirijski rezultati također su pokazali da nove države članice EU-a općenito imaju relativno visoku učinkovitost u tercijarnom obrazovanju, a da zaostaju u mjerama učinkovitosti istraživanja i razvoja.

3. METODOLOGIJA

Kao što je navedeno u Uvodu u ovom ćemo radu primjenjivati analizu omeđivanja podataka za utvrđivanje tehničke učinkovitosti javne potrošnje za istraživanje i razvoj.

Da bismo bolje objasnili zašto se služimo tom vrstom mjere učinkovitosti moramo napomenuti da u ekonomiji postoje dvije glavne mjere učinkovitosti – alokativna i tehnička učinkovitost. Alokativna učinkovitost odnosi se na način kombiniranja različitih *inputa* resursa da bi se dobila kombinacija različitih *outputa*. S druge strane, tehnička učinkovitost odnosi se na postizanje maksimalnih *outputa* uz najmanje troškove. Fokus je ovoga rada na potonjoj vrsti jer nas zanima racionalna uporaba javnih resursa.

Analiza omeđivanja podataka (AOMP) deterministička je, neparametarska, linearna tehnika programiranja za određivanje takozvanih rezultata učinkovitosti. Rezultati analize AOMP prikazuju udaljenost između odgovarajuće točke podataka, što je u ovom radu zemlja, i točke najbolje prakse koja leži na granici. Zemlje (točke podataka) na granici imaju rezultat 1, dok one unutar granice imaju rezultat između 0 i 1. AOMP omogućuje mjerenje relativne učinkovitosti što znači da upućuje na to da je neka zemlja učinkovitija u odnosu na ostale zemlje u uzorku.

Analiza AOMP može biti usmjerena na *inpute* ili *outpute*. Metoda usmjerena na *inpute* pokazuje koliko se količine *inputa* mogu proporcionalno smanjiti bez promjene količina ostvarenih *outputa*. S druge strane, metoda usmjerena na *outpute* usredotočena je na pitanje koliko se količine *outputa* mogu proporcionalno povećati bez promjene količina korištenih *inputa* (za detalje vidjeti Coelli, 1996). Pritom se analiza AOMP može temeljiti na pretpostavci konstantnih prinosa na opseg (engl. *constant returns to scale*, dalje u tekstu:

CRS) ili varijabilnih prinosa na opseg (engl. *variable returns to scale*, dalje u tekstu: VRS). U ovom radu upotrebljavamo pristup VRS usmjeren na *outpute* jer je cilj politika istraživanja i razvoja povećanje *outputa*, a ne smanjenje *inputa* (Lee i Park, 2005).

Linearni program AOMP-a definiran je kao:

$$\min \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \quad (1)$$

$$\text{s. t. } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m y_{rj} x_{ij} \leq 0, j = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$u_r \geq \varepsilon, r = 1, \dots, s$$

$$v_i \geq \varepsilon, i = 1, \dots, m$$

x_{ij} je količina *i-tog inputa*, y_{rj} je količina *r-tog outputa*, v_i je faktor važnosti koji se pripisuje *i-tom inputu*, u_r je faktor važnosti koji se pripisuje *r-tom outputu*, a k je odlučujuća jedinica, u našem slučaju zemlja, koja se mjeri. ε ograničenja sprečavaju da se *inputi* ili *outputi* ponderiraju na 0.

4. PODACI I ANALIZA

Kao što smo naveli u prethodnom dijelu, zanima nas učinkovitost javne potrošnje za istraživanje i razvoj koja predstavlja *input* u našoj analizi AOMP. Iako se za mnoga istraživanja upotrebljavaju podatci o udjelu potrošnje za istraživanje i razvoj javnog sektora u BDP-u, taj pokazatelj smatramo manjkavim jer veoma ovisi o razini razvoja pojedine zemlje. Stoga u ovom radu upotrebljavamo alternativni pokazatelj, ukupnu veličinu državnih proračunskih sredstava ili izdataka za istraživanje i razvoj kao udio ukupne državne potrošnje, dobiven iz baze podataka Eurostat. Tako definiran pokazatelj djelomično poništava utjecaj razlika u razini razvijenosti među zemljama.

Što se tiče *outputa*, u ovome se radu koristimo podacima iz izvješća Globalnog indeksa inovacija (GII) jer, prema našem mišljenju, složeni pokazatelji iz tog izvješća pružaju bolji uvid u kvalitetu *outputa* znanja i tehnologije od uobičajenih pokazatelja poput broja patenata ili znanstvenih radova objavljenih u različitim zemljama. Isto tako, većina pokazatelja u ovom izvješću prilagođena je paritetu kupovne moći (dalje u tekstu: PPP) što analizu zemalja čini jasnijom. Kao glavne *outpute* upotrijebili smo dvije potkategorije stupa VI GII-ja „*Outputi* znanja i tehnologije“ – „*Stvaranje znanja* i *Difuzija znanja*“ (za više detalja vidjeti Dutta et al., 2017).

Pokazatelj *Stvaranja znanja* kombinira podatke o broju patentnih prijava stanovnika koje su podnesene pri određenom nacionalnom ili regionalnom patentnom uredu (BDP na milijardu PPP\$); broju međunarodnih patentnih prijava koje su podnijeli stanovnici na temelju Ugovora o suradnji na području patenata (BDP na milijardu PPP\$); broj prijava korisnog

modela koje su podnijeli stanovnici pri nacionalnom patentnom uredu (BDP na milijardu PPP\$); broj članaka u znanstvenim i tehničkim časopisima (BDP na milijardu PPP\$).

Pokazatelj *Difuzije znanja* uključuje podatke o Naknadama za upotrebu intelektualnog vlasništva koje nisu drugdje uključene, primanjima (% ukupne trgovine); visokotehnološkom neto izvozu (% od ukupne trgovine); izvozu telekomunikacija, računala i informacijskih usluga (% od ukupne trgovine); izravnim stranim ulaganjima (engl. *foreign direct investments* - FDI), neto odljevima (% BDP-a, trogodišnji prosjek).

Naš uzorak uključuje jedanaest država članica EU-a iz Srednje i Istočne Europe (CEE): Bugarsku, Hrvatsku, Češku, Estoniju, Mađarsku, Latviju, Litvu, Poljsku, Rumunjsku, Slovačku i Sloveniju. *Input* je definiran kao prosjek 2011. – 2016., a *outputi* predstavljaju rezultate GII-ja u 2017. godini. Uporaba *zaostalih* vrijednosti *inputa* standardni je pristup u analizi AOMP jer je potrebno neko vrijeme da *inputi*, u našem slučaju javna potrošnja za istraživanje i razvoj, daju rezultate u smislu *outputa*. Za detaljnu raspravu o uporabi prosječnih podataka vidjeti Graves i Langowitz (1996).

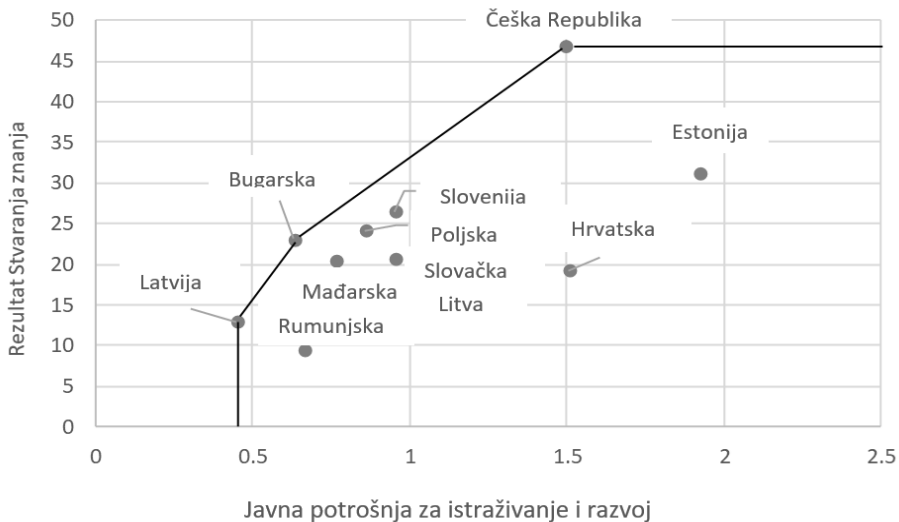
Tablica 1. *Inputi i outputi u modelu AOMP*

	Definicija	Izvor
<i>Input</i>	Državna proračunska sredstva ili izdatci za istraživanje i razvoj kao udio (%) u ukupnoj državnoj potrošnji	Eurostat
<i>Outputi</i>	Rezultat <i>Stvaranja znanja</i>	Globalni indeks inovacija
	Rezultat <i>Difuzije znanja</i>	

Izvor: autor

Raspršeni grafikoni na Slici 1 i Slici 2 predstavljaju podatke na način koji omogućuje lakše shvaćanje pozadine analize AOMP. *X-os* sadrži podatke o *inputu*, a *y-os* o *outputu*. Puna linija obavića uzorak povezujući zemlje koje daju maksimalne *outpute* na danoj razini *inputa*.

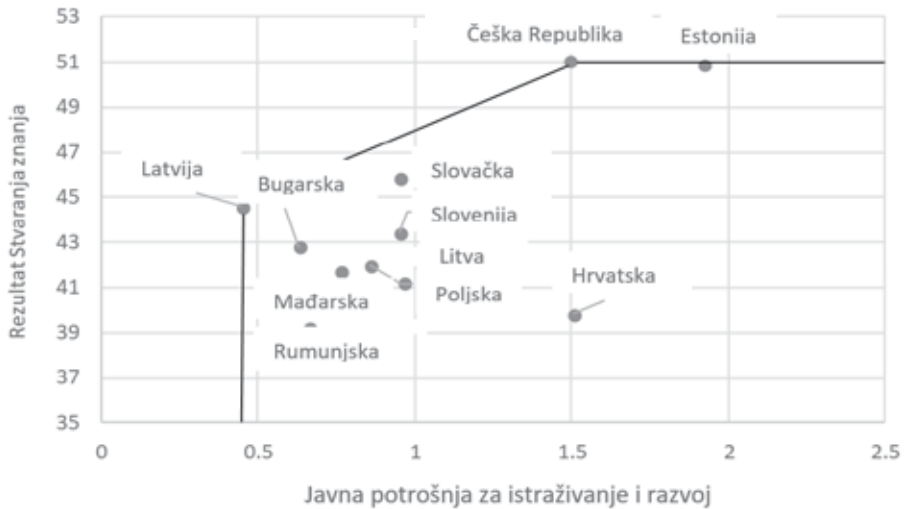
Slika 1. *Državna potrošnja za istraživanje i razvoj i rezultat Stvaranja znanja*



Izvor: autor

Slika 1 pokazuje da se Latvija, Bugarska i Češka mogu smatrati učinkovitim jedinicama u ovom modelu jer se nalaze na granici učinkovitosti. Zemlje relativno blizu granice učinkovitosti uključuju Mađarsku, Poljsku i Sloveniju. Hrvatska ima najgori učinak u ovom uzorku jer se nalazi duboko u setu učinkovitosti.

Slika 2. *Državna potrošnja za istraživanje i razvoj i rezultat Difuzije znanja*



Izvor: autor

Slika 2 dovodi do sličnih zaključaka. Slika upućuje na to da su Češka i Latvija učinkovite referentne točke i u slučaju rezultata Stvaranja znanja, dok se Bugarska sada nalazi ispod, ali blizu granice učinkovitosti. U ovom modelu Estonija preuzima od Bugarske mjesto učinkovite referentne točke. Osim Bugarske, Slovačka je također blizu granice učinkovitosti (budući da provodimo metodu *inputa*, udaljenost do granice može se očitati mjerenjem udaljenosti između položaja zemlje i granice učinkovitosti na lijevoj strani). Hrvatska se ponovno nalazi duboko unutar seta učinkovitosti, što znači da je najmanje učinkovita zemlja.

Ove slike pokazuju da je među zemljama Srednje i Istočne Europe visoka razina disperzije u pogledu učinkovitosti potrošnje za istraživanje i razvoj. Osim toga, ove slike pokazuju da bi Češka i Latvija u tom smislu mogle biti regionalni vođe. Također je zanimljivo primijetiti da su položaji zemalja relativno stabilni bez obzira na pokazatelje koje promatramo. U sljedećem dijelu ovoj ćemo raspravi dodati još analitičke strogoće upotrebom modela AOMP na predstavljenim podacima

5. REZULTATI I RASPRAVA

Tablice u nastavku sadrže podatke o rezultatima učinkovitosti AOMP-a θ i takozvanim *ciljnim outputima* koji pokazuju za koliko bi se *output* trebao povećati da bi se postigla učinkovitost ako *input* ostane nepromijenjen. Rezultat za učinkovite države ima vrijednost 1, a zemlje koje su ispod *granice učinkovitosti* imaju rezultate u intervalu od $0 < \theta < 1$.

Tablica 2. Rezultati AOMP-a za Stvaranje znanja

Zemlja	Rezultat učinkovitosti	Ciljni output	Potrebno povećanje outputa
Bugarska	1	23,1	0
Hrvatska	0,41	46,8	27,5
Češka	1	46,8	0
Estonija	0,66	46,8	15,5
Mađarska	0,72	28,3	8,0
Latvija	1	13,0	0
Litva	0,43	33,6	19,0
Poljska	0,78	31,0	6,8
Rumunjska	0,37	25,7	16,2
Slovenija	0,79	33,6	7,1
Slovačka	0,62	33,6	12,9

Izvor: autor

Rezultati prikazani u Tablici 2 pokazuju da tri zemlje određuju „granicu učinkovitosti“ za taj uzorak – Bugarska, Češka i Latvija. Rezultati učinkovitosti za te zemlje iznose 1. Budući da te zemlje djeluju na granici učinkovitosti, veličina njihova ciljnog *outputa* odgovara veličini njihova stvarnog *outputa*; drugim riječima, potrebno povećanje *outputa* je 0. Najmanje učinkovite zemlje su Rumunjska, Hrvatska i Litva. Ciljni *outputi* tih zemalja upućuju na to da bi, s obzirom na razinu potrošnje za istraživanje i razvoj, Rumunjska trebala povećati svoj rezultat GII-ja za 16,2 boda, Hrvatska za 27,5 bodova, a Litva za 19 bodova. Treba napomenuti da Hrvatska ima višu ocjenu učinkovitosti od Rumunjske, ali zahtijeva i snažnije povećanje *outputa* da bi postala učinkovita. To je zato što te zemlje nemaju zajedničke referentne zemlje s kojima se uspoređuju. Referentne zemlje za Rumunjsku su Latvija i Bugarska, a za Hrvatsku je to Češka.

Tablica 3. Rezultati AOMP-a za Difuziju znanja

Zemlja	Rezultat učinkovitosti	Ciljni output	Potrebno povećanje outputa
Bugarska	0,94	45,72	2,92
Hrvatska	0,78	51,00	11,20
Češka	1,00	51,00	0
Estonija	1,00	51,00	0,10
Mađarska	0,90	46,53	4,83
Latvija	1,00	44,60	0
Litva	0,86	47,76	6,56
Poljska	0,89	47,12	5,12
Rumunjska	0,85	45,92	6,72
Slovenija	0,91	47,68	4,28
Slovačka	0,96	47,69	1,89

Izvor: autor

Što se tiče rezultata koji se odnose na Difuziju znanja, naš model također prepoznaje tri mjerila, ali u ovom su slučaju to Češka, Latvija i Estonija. Možemo vidjeti da su Češka i Latvija ponovno zemlje koje služe kao referentne točke. Tumačenje slijedi linije koje se nalaze u Tablici 2, što znači da sada Češka, Latvija i Estonija imaju ocjenu učinkovitosti od 1 i potrebno povećanje *outputa* od 0. Najmanje učinkovite zemlje opet uključuju Hrvatsku, Rumunjsku i Litvu, ali u ovom se slučaju Hrvatska nalazi na posljednjem mjestu. Potrebno

povećanje *outputa* pokazuje da bi Hrvatska trebala povećati svoj rezultat GII-ja za 11,2 boda, Rumunjska za 6,7 bodova, a Litva za 6,6 bodova. Referentna zemlja za Hrvatsku sada je Estonija, a za druge dvije zemlje s niskom učinkovitosti to su Latvija i Češka.

6. ZAKLJUČAK

Nema sumnje da su javna ulaganja u istraživanje i razvoj važan dio šire gospodarske politike, posebice u suvremenim gospodarstvima gdje tehnološki razvoj, često izražen putem koncepta ukupne faktorske produktivnosti (TFP), postaje sve važniji u procesu stvaranja rasta. Ipak, sama veličina ulaganja ne može osigurati adekvatan socijalni povrat. Važno je učinkovito upravljati javnom potrošnjom za istraživanje i razvoj, što znači dobivanje maksimalnog *outputa* s danom razinom *inputa*. Učinkovitost javne potrošnje od velike je važnosti za zemlje Srednje i Istočne Europe jer je mnogo zemalja iskusilo fiskalnu nestabilnost te je moralo smanjiti proračunsku potrošnju tijekom razdoblja nakon financijske krize iz 2008. godine.

Rezultati predstavljeni u ovom radu potvrđuju našu radnu hipotezu da se većina zemalja Srednje i Istočne Europe ne koristi javnim resursima za razvoj i ulaganje na učinkovit način, posebice unutar procesa stvaranja znanja. Takva neučinkovitost može djelomično objasniti razmjerno nizak položaj zemalja Srednje i Istočne Europe na ljestvici Globalnog indeksa inovacija, na kojoj su te zemlje jedne od najneuspješnijih u Europskoj uniji. To je alarmantno jer literatura o gospodarskom rastu pokazuje da kada prihod gospodarstva raste, proizvodnja taj rast ne uspijeva pratiti jer je zemljama teško prijeći s modela rasta koji se temelji na ulaganjima i prihvaćanju tehnologije na model koji uključuje inovaciju i razvoj nove tehnologije. Većina zemalja Srednje i Istočne Europe nalazi se u kategoriji zemalja s visokim dohotkom (na temelju definicije Svjetske banke), stoga zahtijevaju novi model rasta koji se temelji na znanju. Iz tog razloga vjerujemo da, umjesto povećanja javne potrošnje na istraživanje i razvoj, te zemlje prvo trebaju povećati učinkovitost. Da bi to učinile, zemlje Srednje i Istočne Europe trebaju nastaviti unaprjeđivati svoj institucionalni okvir u smislu učinkovitosti vlade, poslovnog ozračja i suzbijanja korupcije (zanimljivo je naglasiti da se zemlje Srednje i Istočne Europe i dalje nalaze razmjerno nisko na ljestvici Indeksa percepcije korupcije i da Rumunjska i Hrvatska, koje su u ovom radu navedene kao najmanje učinkovite zemlje, imaju jedne od najslabijih rezultata među ostalim državama Srednje i Istočne Europe).

Glavni je doprinos ovom radu uporaba *inputa* i *outputa* koji se nisu upotrebljavali u postojećoj literaturi. Kao što je objašnjeno u glavnom dijelu teksta, smatramo da su te varijable prikladnije za analizu od onih koje se najčešće upotrebljavaju. Usto, ovo je prvi rad koji istražuje učinkovitost istraživanja i razvoja u smislu stvaranja i difuzije znanja u Srednjoj i Istočnoj Europi. U budućim istraživanjima rezultati učinkovitosti dobiveni iz analize omeđivanja podataka (AOMP) u ovom radu mogu se upotrijebiti u široj ekonometričkoj analizi u kojoj bi se učinkovitost javne potrošnje za istraživanje i razvoj mogla izravno regresirati na stope rasta BDP-a kako bi se pokazalo da je učinkovitost istraživanja i razvoja važnija za dugoročni razvoj od samih razina potrošnje.

LITERATURA

1. Aristovnik, A., (2012.) "The relative efficiency of education and R&D expenditures in the new EU member states". *Journal of business economics and management*, Sv. 13, br. 5, str. 832-848. DOI: <https://doi.org/10.3846/16111699.2011.620167>
2. Cincera, M., Czarnitzki, D. i Thorwarth, S. (2011.) "Efficiency of public spending in support of R&D activities". *Reflète et perspectives de la vie économique*, Sv. 50, br. 1, str.131-139. DOI: 10.3917/rpve.501.0131

3. Coelli, T. (1996.) "A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program. Centre for Efficiency and Productivity Analysis", *University of New England, Australija*.
4. Dutta, S.; Lanvin, B.; Wunsch-Vincent, S. (2017.) *The Global Innovation Index 2017 Innovation Feeding the World*; Sveučilište Cornell, INSEAD i Svjetska organizacija za intelektualno vlasništvo.
5. Wang, E. C.; Huang, W. (2007.) "Relative efficiency of R&D Activities: A cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach", *Research Policy*, Sv. 36, br. 2, str. 260-273.
6. Graves, S. B.; Langowitz, N. S. (1996.), "R&D Productivity: A Global Multi-industry Comparison", *Technology Forecasting and Social Change*, Sv. 53, br. 2, str. 125-137. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(96\)00068-6](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(96)00068-6)
7. Lee, H.Y.; Park, Y.T. (2005.) "An international comparison of R&D efficiency: DEA approach", *Asian Journal of Technology Innovation*, Sv.13; br.2, str.207-222. DOI: <https://doi.org/10.1080/19761597.2005.9668614>
8. Romer, P.M. (1990.) "Endogenous technological change"; *Journal of Political Economy*, Sv.98, br. 5, str.71-102., DOI: <https://doi.org/10.1086/261725>
9. Rousseau, S.; Rousseau, R. (1997.) "Data envelopment analysis as a tool for constructing scientometric indicators"; *Scientometrics*, Sv. 40, br. 1, str. 45-56., DOI: 10.1007/BF02459261
10. Rousseau, S.; Rousseau, R. (1998.) "The scientific wealth of European nations: Taking effectiveness into account". *Scientometrics*, Sv. 42, br. 1, str. 75-87., DOI: 10.1007/BFO26927.91
11. Sharma, S.; Thomas, V. (2008.) "Inter-country R&D efficiency analysis: An application of data envelopment analysis". *Scientometrics*, Sv. 76; br. 3, str. 483-501., DOI: 10.1007/s11192-007-1896-4
12. Solow, R. M. (1956.) "A contribution to the theory of economic growth". *The Quarterly Journal of Economics*, Sv. 70, br. 1, str. 65-94., DOI: 10.2307/1884513
13. Teitel, S. (1994.) "Patents, R&D expenditures, country size, and per-capita income: an international comparison". *Scientometrics*, Sv. 29; br. 1, str. 137-159., DOI: [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(94\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0040-1625(94)90024-8)
14. Thomas, V. J., Jain, S. K.; Sharma, S. (2009.) "Analyzing R&D efficiency in Asia and the OECD: An application of the Malmquist productivity index". U *Science and Innovation Policy*, 2009. Atlanta Conference on (str. 1-10). IEEE.
15. Todaro, M. P. i Smith, S. C., (2014.) *Economic development*. Pearson, New York, SAD.
16. Werner, B. M., Souder, W. E. (1997.) "Measuring R&D performance – state of the art". *Research-Technology Management*, Sv. 40; br. 2, str. 34-42. DOI: <https://doi.org/10.1080/08956308.1997.11671115>