

KOMPARATIVNA ANALIZA STEPENA EKOLOŠKE ODRŽIVOSTI U ZEMLJAMA BALKANA PRIMENOM INDEKSA EKOLOŠKIH PERFORMANSI

Aleksandra Radić

*Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, Odsek za inženjerski menadžment
Vojske Jugoslavije 12, 19210 Bor, Srbija*

Izvod

Indeks ekoloških performansi (EPI indeks) predstavlja alat za procenu ekoloških performansi i ekološke održivosti zemalja širom sveta. Ovaj indeks se izračunava primenom 32 indikatora podeljena u 11 kategorija, a u analizu je uključeno 180 zemalja. U ovom radu je, na osnovu vrednosti EPI indeksa, sprovedena komparativna analiza zemalja Balkana i to Albanije, Bosne i Hercegovine, Bugarske, Hrvatske, Grčke, Crne Gore, Makedonije, Rumunije, Srbije i Slovenije. Klaster analiza je korišćena za izvršeno grupisanje navedenih zemalja prema sličnosti EPI indeksa. Dobijeni rezultati ukazuju da su prema sličnosti EPI indeksa sve analizirane zemlje podeljene u dve grupe.

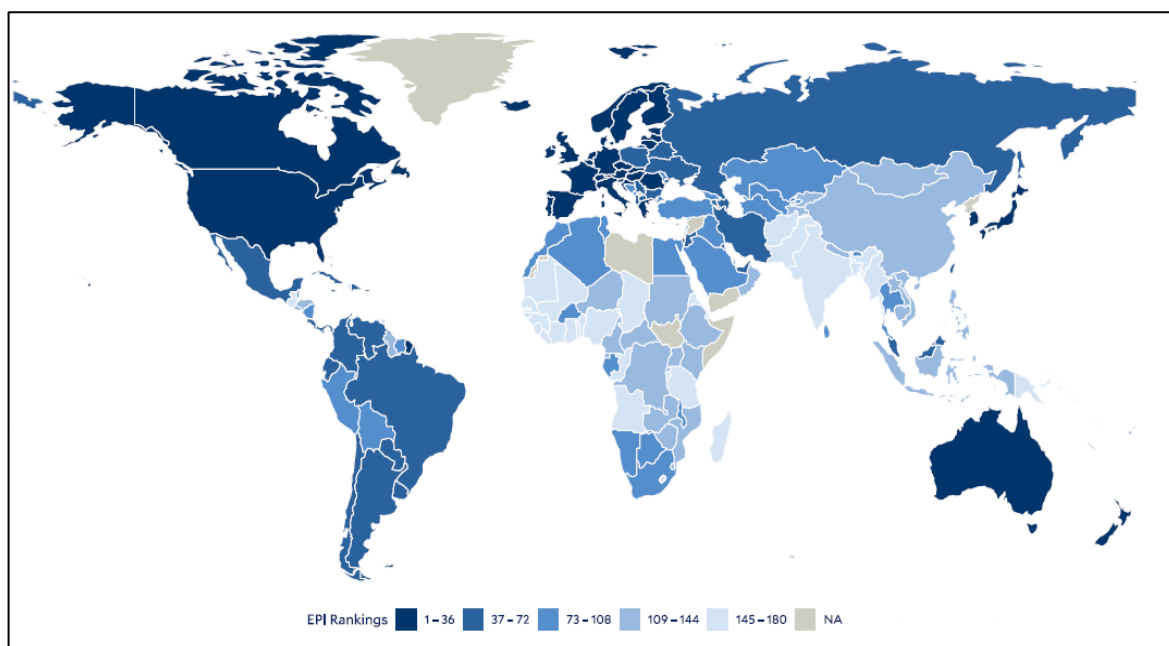
Ključne reči: EPI, ekološka održivost, komparativna analiza, klaster analiza

1. UVOD

Interesovanje za zaštitu životne sredine javilo se šezdesetih godina, dok je naročito intenzivirano tokom sedamdesetih godina prošlog veka. Tada su se počele javljati i prva istraživanja koja su ukazivala na ograničen kapacitet životne sredine (Milić et al, 2012). Kao posledica toga, 1972. godine održana je Prva konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini koja se ujedno smatra i prekretnicom odnosa čoveka prema prirodi. Koncept održivog razvoja nastao je oko 1980. godine zahvaljujući naporima Međunarodnog udruženja za zaštitu životne sredine i prirodnih resursa. Svetska komisija za životnu sredinu i razvoj (Brutlandova komisija) je 1987. godine pripremila poznati izveštaj pod nazivom "Naša zajednička budućnost" (*engl.* Our Common Future). Konačno, koncept održivog razvoja je prihvaćen i zvanično 1992. godine na Drugoj konferenciji Ujedinjenih nacija o životnoj sredini održanoj u Rio de Ženeiru (Voza, 2021).

U savremenim uslovima, ekološka održivost kao jedna od dimenzija koncepta održivog razvoja, postala je veoma važna na globalnom nivou i predstavlja jedan od primarnih ciljeva međunarodne zajednice (Milić et al, 2012). U skladu sa tim, razvijene su brojne kvantitativne metode i tehnike usmerene ka utvrđivanju stepena dostizanja ekoloških ciljeva i praćenja napretka u pogledu zaštite životne sredine. Indeks ekoloških performansi (*engl.* Environmental Performance Index – EPI) je jedan od najpoznatijih sveobuhvatnih pokazatelja ekoloških performansi, sa relativno dugom istorijom i utvrđenom metodologijom. Cilj ovog indeksa je da kvantifikuje ključne ishode realizovane politike zaštite životne sredine (Otoiu & Gradinaru, 2018). Iako se u literaturi često sreću kritike na račun EPI indeksa, autori i istraživači koji rade na utvrđivanju EPI indikatora ne odustaju

od ove metrike, te je tako 2020. godine objavljena nova publikacija ovog indeksa. Indeks ekoloških performansi za 2020. godinu pruža rezime stanja održivosti širom sveta na osnovu izmerenih podataka. Korišćenjem 32 pokazatelja svrstana u 11 kategorija, EPI pruža informacije o 180 zemalja širom sveta na temu zdravlja životne sredine i vitalnosti ekosistema (Wendling et al, 2020). Obuhvaćenost zemalja ovom metodologijom prikazan je na Slici 1.



Slika 1. Obuhvaćenost zemalja izveštajem o EPI indeksu za 2020. godinu (Wendling et al., 2020)

Primarni cilj ovog rada jeste da se na osnovu vrednosti EPI indeksa za 2020. godinu izvrši poređenje ekoloških performansi deset zemalja koje se nalaze u regionu Balkana - Albanija, Bosna i Hercegovina, Bugarska, Hrvatska, Grčka, Crna Gora, Makedonija, Rumunija, Srbija i Slovenija. Potom, definisane su grupe u okviru navedenih zemalja vodeći se njihovim sličnostima i razlikama u pogledu stanja životne sredine i intenziteta ekoloških problema reflektovanih prema EPI indeksu.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

U ovom radu korišćeni su podaci o vrednostima EPI indeksa za razmatrane zemlje u toku 2020. godine. Skup podataka kreiran je na osnovu Izveštaja za 2020. koji se nalazi na zvaničnom sajtu (<https://epi.yale.edu>). Kako bi se ostvarili unapred postavljeni ciljevi istraživanja, primenjene su komparativna i klaster analiza. Bliže određenje ovih metodologija dato je u nastavku rada.

2.1. Komparativna analiza

Komparativna analiza predstavlja istraživanje društvenih pojava korišćenjem sličnosti i razlika kako istraživačkih instrumenata (Vuković & Vuković, 2009). Komparativna analiza predstavlja metodološki okvir za bolje razumevanje uzročno-posledičnih odnosa koji su uključeni u stvaranje događaja, obeležja ili odnosa obično okupljanjem sličnih varijacija u jednoj promenljivoj (Adiyia & Ashton, 2017).

Komparativna analiza je poprimila mnoge oblike od kada je A. Kont prvi put primenio koncept 1853. godine u svom osnovnom „Kursu pozitivne filozofije”. Primena ove metode je naročito zastupljena u društvenim naukama (Encyclopedia.com, 2021).

Komparativna analiza se koristi u mnogim situacijama, kao što su (Pickvance, 2001):

- Istraživanje teorijski postuliranih odnosa u kome su društvene karakteristike ključni tip nezavisne promenljive,
- Ispitivanje da li je uslov koji je dat ili utvrđen za jedno društvo uticajan ili ne, i
- Ispitivanje malog broja empirijskih slučajeva holistički da bi se shvatili uzročni procesi koji dovode do uočenih sličnosti i razlika.

Da bi se primenila komparativna analiza moraju biti ispunjenja dva uslova: (1) podaci se moraju prikupljati o dva ili više slučajeva, (2) mora postojati pokušaj objašnjavanja, a ne samo opisivanja (Pickvance, 2001).

2.2. Klaster analiza

Predložene su različite metode statističke analize za intervalno vrednovane podatke i jedna od takvih metoda je klaster analiza. Klaster analiza je popularna metoda koja se primenjuje na probleme učenja (Ogasawara & Kon, 2021). Ona predstavlja multivarijacionu statističku tehniku čiji je cilj optimalno grupisanje, pri čemu su uzorci u okviru svakog klastera slični, a klasteri su među sobom različiti (Voza, 2016). Postoje dva osnovna tipa klaster analize - hijerarhijski i nehijerarhijski.

Za potrebe ovog rada korišćena je hijerarhijska klaster analiza, preciznije *Vardova metoda* (*Ward's method*) i metoda *kvadratne Euklidove udaljenosti* (*Squared Euclidian Distance*).

Ward's methoda se zasniva na opštem algoritmu hijerarhijskih metoda, prilikom čega se vrši udruživanje članova u svakoj fazi kako bi se formirali parovi kojima se minimizira kvadrat devijacije srednjih vrednosti ili varijanse unutar grupe.

Kada se tačka D_i i D_j grupišu, porast varijanse I_{ij} može se izračunati primenom sledeće formule:

$$I_{ij} = \frac{m_i m_j}{m_i + m_j} d_{ij}^2 \quad (1)$$

imajući u vidu da je m_i broj objekata u D_i , a d_{ij}^2 kvadratna Euklidova udaljenost koja je data sledećom formulom:

$$d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^i (x_{ik} - x_{jk})^2 \quad (2)$$

Osnovna prednost *metode kvadratne Euklidske distance* je činjenica da ona ne koristi kvadratni koren, te je kao takva preporučena da se koristi uz metodu Ward's. Centar klastera za par tačaka D_i i D_j je u prikazan sledećom formulom (3).

$$\frac{m_i D_i + m_j D_j}{m_i + m_j} \quad (3)$$

Distanca povezanosti je D_{link}/D_{max} i predstavlja koeficijent dobijen deljenjem distance povezanosti svakog pojedinačnog člana i maksimalnog rastojanja, te na kraju pomnožen brojem 100.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Na osnovu podataka o rangiranju balkanskih zemalja u 2020. godinu prema sveukupnom EPI indeksu i pojedinačnim oblastima, kreirana je Tabela 1.

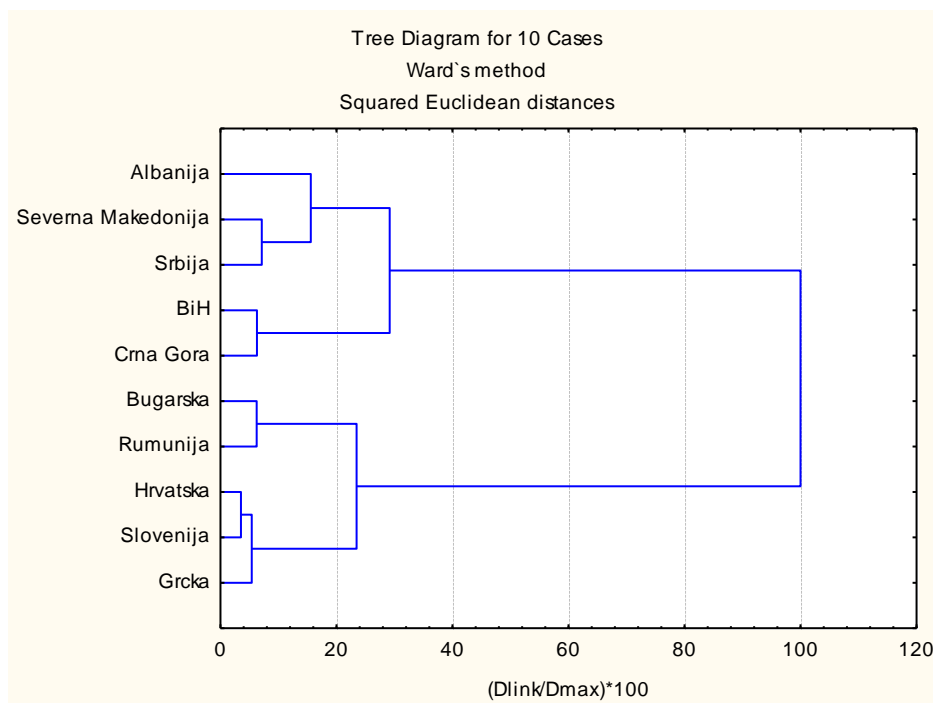
Tabela 1. Podaci o indikatorima EPI indeksa za razmatrane zemlje (<https://epi.yale.edu>)

Zemlja	Albanija	BiH	Bugarska	Hrvatska	Grčka	Crna Gora	Severna Makedonija	Rumunija	Srbija	Slovenija
Sveukupan rang	62	78	41	34	25	74	43	32	45	18
<i>Kvalitet vazduha</i>	81	118	111	54	31	106	145	73	108	34
<i>Sanitacija i voda za piće</i>	69	50	37	36	11	43	51	62	44	31
<i>Teški metali</i>	99	116	100	33	40	54	95	82	84	17
<i>Upravljanje otpadom</i>	133	91	30	35	31	116	48	51	72	28
<i>Biodiverzitet</i>	65	151	40	28	54	144	86	20	102	15
<i>Usluge ekosistema</i>	55	37	61	67	52	51	57	63	48	75
<i>Ribarstvo</i>	108	-	66	79	46	122	-	4	-	-
<i>Klimatske promene</i>	66	63	24	23	32	39	11	3	27	11
<i>Emisije zagađenja</i>	1	61	1	34	58	43	1	1	39	37
<i>Poljoprivreda</i>	94	138	21	15	42	159	76	14	8	61
<i>Vodni resursi</i>	92	104	61	36	18	70	108	49	98	15

Na osnovu dobijenih rezultata može se uočiti da je, među razmatranim zemljama, najbolje pozicionirana Slovenija. Ova zemlja ima najbolje performanse u okviru pokazatelja vezanih za klimatske promene, vodne resurse, biodiverzitet, teške metale i upravljanje otpadom. Nakon Slovenije sledi Grčka, koja je najviši rang dostigla po pitanju stepena sanitacije i kvaliteta vode za piće i kvaliteta vazduha. Potom sledi Rumunija, čije se prednosti ogledaju u emisiji zagađenja (najviši rang), klimatskim promenama i ribarstvu. Nakon Rumunije, sledeća po rangju je Hrvatska koja ostvaruje najbolje performanse indikatora koji se tiču zagađenja od strane poljoprivrednih aktivnosti, klimatskih promena i biodiverziteta. Sledeća zemlja na rang listi je Bugarska, koja je dobro pozicionirana u pogledu pokazatelja vezanih za emisiju zagađenja, a potom poljoprivredu i klimatske promene. Iako nijedan od ovih indikatora nije vodeći u odnosu na ostale analizirane zemlje, njihov rang je na zadovoljavajućem nivou. Severna Makedonija se, takođe, ističe prema pokazatelju emisije zagađenja i klimatskih promena. Srbija poseduje najbolje performanse u okviru poljoprivrede, a potom klimatskih promena i emisije zagađenja koje odlikuju nešto lošiji rezultati. Albanija se značajnije ističe prema stepenu emisije zagađenja, dok su ostali pokazatelji lošije kotirani. Crna Gora se, kao i Hrvatska, ne ističe

značajno po pitanju nekog određenog pokazatelja. Najviši rang u Crnoj Gori dostigli su indikatori klimatskih promena, emisija zagađenja, kao i sanitacije i vode za piće. Na kraju, ali ne najmanje značajna za analizu, je Bosna i Hercegovina koja ima relativno dobar rang pokazatelja usluge ekosistema, dok su ostali aspekti kao i kod Albanije loše pozicionirani.

U nastavku rada, izvršena je klasterizacija zemalja na osnovu ranga EPI indeksa i rangova pojedinačnih indikatora. Klaster analiza je izvršena primenom STATISTICA softvera, pri čemu se tokom analize koristila Vardova i metoda kvadratne Euklidove udaljenosti. Ulazne varijable su predstavljale vrednosti rangiranja prikazane u Tabeli 1. Kao rezultat sprovedene analize dobijen je dendrogram prikazan na Slici 2.



Slika 2. Dendrogram dobijen klaster analizom

4. DISKUSIJA REZULTATA

Na osnovu dobijenog dendograma (Slika 2), mogu se uočiti dva klastera: *Klaster 1* koji čine Albanija, Severna Makedonija, Srbija, Bosna i Hercegovina, Crna Gora; i *Klaster 2* koji čine Bugarska, Rumunija, Hrvatska, Slovenija i Grčka.

U okviru svakog klastera vidi se da su pojedine zemlje međusobno uže povezane od drugih, bez obzira na to što se sve nalaze u istoj grupi. Na to ukazuju linije koje podsećaju na kvadratiće/pravouganke koji ih spajaju. Što su spojnice bliže nuli, to je sličnost između povezanih zemalja veća.

U ovom slučaju, u okviru *Klastera 1* izražena je sličnost između Severne Makedonije i Srbije sa jedne, i BiH i Crne Gore, sa druge strane. Što se tiče Srbije i Severne Makedonije, to se može pripisati blizini rang mesta ili razlici od dva mesta (Severna Makedonija 43. mesto, a Srbija zauzima 45. mesto). Takođe su kod ove dve zemlje zajedničke jake strane su pokazatelji emisije zagađenja i klimatske promene. Sličan je slučaj i sa Crnom Gorom i

Bosnom i Hercegovinom, kod kojih se na drugom i tećem mestu po znaćaju javljaju zajednićki pokazatelji a to su sanitacija i emisija zagaćenja.

Što se *Klastera 2* tiće, tu se mogu izdvojiti podgrupa Bugarska i Rumunija sa jedne, i podgrupa Hrvatska, Slovenija i Grćka, sa druge strane (s tim što je u drugoj znaćajno veća sličnost između Hrvatske i Slovenije). Bugarska i Rumunija slede jedna drugu po rangu, što je i slučaj sa Hrvatskom i Slovenijom. Bugarska i Rumunija dominiraju u slučajevima emisije zagaćenja i klimatskim promenama. Sa druge strane, Hrvatska, Slovenija i Grćka su uže povezane, s tim što je još bliža veza između Hrvatske i Slovenije, i to zahvaljujući indikatoru koji se odnosi na klimatske promene.

5. ZAKLJUČAK

EPI indeks ili indeks ekoloških performansi, predstavlja znaćajan instrument praćenja ekoloških performansi zemalja širom sveta. Svakako je bitno da svaka od zemalja razmatra svoju poziciju na rang listi EPI indeksa, i vodi se najboljom praksom visoko rangiranih zemalja. Naravno, EPI indeks može poslužiti i kao sredstvo za identifikovanje slabijih strana zemalja kada su u pitanju njene ekološke performanse merene na osnovu 32 indikatora, te može usmeriti svoje aktivnosti ka rešavanju ekoloških problema sa kojima se suoćava.

Ovaj rad imao je za cilj da predstavi rezultate komparativne i klaster analize zemalja Balkana i na taj naćin ukaće na loše ekološke performanse svake zemlje pojedinaćno. Takoće, cilj je bio i identifikacija zemalja sa sličnim ekološkim performansama i rangom EPI indeksa. Imajući u vidu da se raspon među najbolje i najlošije rangirane zemlje među posmatranima kreće od 18. do 78. mesta na rang listi EPI skora, može se zaključiti da postoji veliki jaz među zemljama na Balkanu, iako postoje i određene zajednićke karakteristike.

EPI indeks treba, bez obzira na ukazane jake strane koje se svakako ne mogu zanemariti, da posluži kao podsticaj na aktivnije delovanje državnih institucija i privrednih subjekata u oblasti zaštite životne sredine, vodeći se najboljim praksama zemalja širom sveta. Takoće, ovaj indeks ne treba da stvara želju za takmićenjem među zemljama za visoko plasirana mesta, već da ukaće na znaćaj unaprećenja indeksa ekoloških performansi po svim kriterijumima. Kao dobar pokazatelj je prva rangirana zemlja prema EPI indeksu a to je Danska, te je prilikom intervjuja, danski ministar za klimu, energetiku i komunalne usluge istakao između ostalog sledeće: „I ćast mi je i velika motivacija da se popnemo na vrh EPI liste ... Upravo smo pokrenuli pregovore u danskom parlamentu radi postizanja sporazuma o sledećem koraku za 2030. godinu i nadamo se da će mere poslužiti kao izvor inspiracije u drugim delovima sveta.“ (www.envirocenter.yale.edu).

Iz navedenog može se zaključiti da EPI indeks treba tretirati kao pokretaćku snagu i motivaciju za poboljšanje ekoloških performansi u svim delovima sveta.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DEGREE OF ECOLOGICAL SUSTAINABILITY IN THE BALKAN COUNTRIES USING THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDEX

Aleksandra Radić

*University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Engineering Management Department
Vojske Jugoslavije 12, 19210 Bor, Serbia*

Abstract

The Environmental Performance Index (EPI Index) is a tool for assessing the environmental performance and environmental sustainability of countries around the world. This index uses 32 indicators divided into 11 categories, and 180 countries are included in the analysis. Using data on the EPI index, this paper presents a comparative analysis of the Balkan countries, namely Albania, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Greece, Montenegro, Macedonia, Romania, Serbia, and Slovenia. Also, a cluster analysis was used. The obtained results indicate that according to the similarity of the EPI index, all analyzed countries were divided into two groups.

Keywords: *EPI, environmental sustainability, comparative analysis, cluster analysis*

LITERATURA / REFERENCES

Adiyia, M., Ashton, W. (2017). Comparative research. Rural Development Institute, Brandon University.

Environmental Performance Index, (2021). Available: <https://epi.yale.edu>; Retrieved: May, 2021.

Gale Group, (2021). International Encyclopedia of Marriage and Family. Comparative Analysis. Available: <https://encyclopedia.com>; Retrieved: April, 2021.

Milić, J.V., Jovanović, S., Krstić B. (2012). An analysis of the environmental dimension of sustainable development of South-Eastern European countries based on EPI methodology, 4-12.

Ogasawa, Y., Kon, M. (2021). Two clustering methods based on the Ward's method and dendrograms with interval-valued dissimilarities for interval-valued data. *International Journal of Approximate Reasoning*, 129, 103-121.

Otoui, A., Grădinaru, G. (2018). Proposing a composite environmental index to account for the actual state and changes in environmental dimensions, as a critique to EPI. *Ecological Indicators*, 93, 1209-1221.

Pickvance, C. (2001). Four Varieties of Comparative Analysis. *Journal of Housing and the Built Environment*, 16, 7-28.

Voza, D. (2016). Modeling of spatial and temporal changes in surface water quality. Doctoral dissertation.

Voza, D. (2021). Environmental management, Technical Faculty in Bor.

Vuković, M., Vuković, A. (2009). Sociology. Technical Faculty in Bor. Grafomed-trade, Bor.

Wendling, Z.A., Emerson, J.W., de Sherbinin, A., Esty, D. C., et al. (2020). 2020 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. Available: <https://epi.yale.edu>; Retrieved: May, 2021.