

PRIMJENA FAKTORSKE ANALIZE I I- ODSTOJANJA U RANGIRANJU ZEMALJA PREMA STEPENU RAZVIJENOSTI

Željko Račić

Vanredni profesor, Univerzitet u Banjoj Luci, Ekonomski fakultet,
zeljko.racic@ef.unibl.org; ORCID ID:0000-0001-7383-3431

Slaviša Kovačević

Vandredni profesor, Univerzitet u Banjoj Luci, Ekonomski fakultet,
slavisa.kovacevic@ef.unibl.org; ORCID ID:0000-0001-8133-5838

Sažetak: Jedinstvenu klasifikaciju zemalja prema stepenu razvijenosti je teško izvršiti, s obzirom da je sam pojam razvijenosti zemalja kompleksan i često obuhvata više aspekata, kao što su ekonomski i socijalni aspekti. Iako ne postoji jedinstvena klasifikacija, sa tačno definisanim indikatorima koji se mogu primijeniti na svaku zemlju i dati relevantne podatke i pouzdanu sliku o stepenu razvijenosti zemalja svijeta, potreba za takvom klasifikacijom je veoma izražena. Cilj rada je da se na osnovu određenog broja makroekonomskih indikatora odredi rang lista izabranih zemalja prema stepenu razvijenosti u 2021. godini. Za potrebe realizacije formulisano cilja, prikazan je postupak rangiranja i klasifikacije zemalja primjenom I-odstojanja. Metod I-odstojanja je metod klasifikacije i rangiranja višedimenzionalnih pojava, zasnovan na odstojanju vrijednosti između izabranih indikatora. Izbor indikatora izvršen je upotrebom Faktorske analize (konkretno, Analize glavnih komponenti) i upotrebom statističkog softvera SPSS (eng. Statistical Package for Social Sciences - verzija PASW Statistics 23. U ovom radu analizirane su zemlje Evropske unije. Osim zemalja Evropske unije u analizu su uključene slijedeće zemlje: Japan, Rusija, SAD, Kanada, Velika Britanija i Bosna i Hercegovina. Na osnovu formirane rang liste zemalja, SAD su na prvom mjestu, slijede Njemačka, Francuska, Velika Britanija, Italija, Kanada, Rusija i Japan. Niti jedan model ne daje rješenje koje ima suštinsko, kardinalno značenje, odnosno da se na bazi njegove primjene može zaključiti kolika je stvarna razlika u nivou razvijenosti između posmatranih zemalja. Otuda je primjena ovih metoda ograničena na sastavljanje rang lista nivoa razvijenosti zemalja, koji mogu da nam služe kao „kompas“ u analizi njihove razvijenost.

Ključne reči: I-odstojanje, rangiranje, faktorska analiza, analiza glavnih komponenti, SPSS.

JEL klasifikacija: C10, C44, C88, F43.

UVOD

Savremena teorija definiše razvoj kao višedimenzionalan i kompleksan fenomen koji je, samim tim, nemoguće mjeriti samo jednim, već nizom makroekonomskih indikatora. Različite međunarodne organizacije koriste različite sisteme klasifikacije zemalja. Za ocjenu stepena razvijenosti jedne zemlje UNDP (United Nations Development Programme) koristi složeni HDI indeks (Human Development Index). HDI indeks obuhvata dimenziju zdravlja (dužina životnog vijeka), dimenziju obrazovanja i dimenziju prihoda (mjereno preko bruto nacionalnog dohotka po glavi stanovnika). Analizom ovih dimenzija, želi se pokazati kako ljudi i njihove sposobnosti utiču na procjenu razvoja zemlje a ne sam privredni rast. Na osnovu ovog indeksa zemlje svijeta podijeljene su u četiri grupe: zemlje sa veoma visokim, zemlje sa visokim, zemlje sa srednjim i zemlje sa niskim nivoom ljudskog razvoja. Svjetska banka klasifikaciju zemalja vrši na osnovu BNP-a po glavi stanovnika. Međunarodni monetarni fond zemlje klasifikuje na “napredne ekonomije” (advanced economies) i “ekonomije u nastajanju i razvoju” (emerging and developing economies). Izraz “emerging economies” se odnosi na zemlje koje imaju neke karakteristike razvijenih ekonomija, ali još to nisu po dostignutom nivou dohotka po stanovniku (Nilsen, 2011).

PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

Brojna su istraživanja kao i studije koje su se bavile rangiranjem različitih pojava, konkretno, I odstojanjem. U daljem tekstu navedena su značajnija istraživanja. U radu (Račić, 2018) prikazan je proces rangiranja i klasifikacije zemalja metodom I odstojanja. Primjenom I odstojanja izvršena je klasifikacija i rangiranje zemalja na temelju privrednog razvoja uz korištenje makroekonomskih indikatora za odabrane Evropske zemlje. Imajući na umu određenje nivoa razvijenosti sa nizom slučajnih promjenljivih, razumljiva je primjena faktorske analize u tom pogledu (Komić, 2021). Identifikacija osnovnih, opredjeljujućih faktora je jedna od najvažnijih upotreba faktorske analize primijenjene u velikim skupovima varijabli. U svom istraživanju (Calitz & Kanyutu, 2021) bave se indikatorima po kojima se vrši rangiranje ili mjerenje uspješnosti institucija visokog obrazovanja. Provedena je anketa kako bi se odredili najrelevantniji indikatori za rangiranje univerziteta koje razmatraju studenti tj. istražuje primjenjive indikatore za rangiranje univerziteta u Južnoj Africi, iz perspektive studenata. Rezultati pokazuju da studenti vide resurse i infrastrukturu, akreditaciju, međunarodnu orijentaciju, kvalitetu fakulteta te poučavanje i učenje kao najrelevantnije indikatore za rangiranje univerziteta. Daju se preporuke upravi univerziteta za definisanje indikatora rangiranja koje su studenti ocijenili važnima. Indikatorima za rangiranje bavili se i (Vidal & Ferreira, 2020). U svom istraživanju smatraju da iako postoje kontroverze oko indikatora rangiranja univerziteta, mnogi univerziteti uspostavljaju strategije s ciljem prilagođavanja tim indikatorima i poboljšanja svojih pozicija. Autori zaključuju da međunarodna rang lista univerziteta ne bi trebala biti relevantan izvor informacija za razmatranje kvalitete univerziteta jer može imati negativan učinak na razvoj srednjoročnih i dugoročnih politika u visokom obrazovanju i samih univerziteta. Sveučilišta se trebaju usredotočiti na svoju misiju i pružiti valjane i pouzdane informacije o nivou ostvarenja svojih ciljeva. Pristup rješavanju problema temeljen na rezultatima modela matematičkog programiranja oslobađa donosioca odluke od subjektivizma u procesu odlučivanja (Landika & Račić, 2021). Prostor Evropskog

kontinenta, predstavlja specifično područje čija analiza treba da respektuje navedenu činjenicu. Pojedini autori analiziraju specifičnost ove geografske regije, među kojima je moguće izdvojiti istraživnja koja se odnose na analizu faktora koji utiču na programiranje optimalnih strateških opredjeljenja u funkciji adekvatnog tržišnog pozicioniranja na teritoriji Evropske unije korištenjem teorije igara protiv prirode. (Landika, Sredojević, & Jakupović, Matrični aspekti predikcije poslovne efikasnosti malih i srednjih preduzeća kao preduslov međunarodne konkurentnosti, 2018). Stohastičko modeliranje omogućava pribavljanje relevantnih činjenica prilagođene konkretnim uslovima odlučivanja, kao što je modeliranje profila potrošača u uslovima pandemije COVID -2019 korištenjem faktorske analize (Landika, Aleksić-Andželić, & Barjaktarević, Statističko modeliranje profila potrošača u funkciji adaptacije marketing strategije u uslovima pandemije COVID – 19, 2021), strategije optimalnog pozicioniranja na inostranom tržištu korištenjem modela matematičke simulacije (Landika, Uremović, & Sredojević, 2022) ili korištenje regresione analize na rješavanju problema izbora optimalnih investicionih rješenja (Landika & Bojić, Modeliranje poslovno – ekonomskih strategija kao platforme investicione politike u uslovima rizika, 2016).

Iako nije međunarodno priznata, metoda I odstojanja ima višoku primjenu i tačnost u određivanju ranga na bazi određenih indikatora. S obzirom na navedeno, prednosti metoda I odstojanja su velike i predstavljaju osnovu za dalja istraživanja u ovoj oblasti.

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Metod I odstojanja temelji se na realnijim pretpostavkama nego što je to slučaj sa drugim poznatim metodama uzimajući u obzir obim njegove primjene. Autor modela je profesor Branislav Ivanović. U nastavku je definisan osnovni oblik metoda I odstojanja.

značaju (informaciji koju pružaju), I odstojanje između P_r i P_s i definisano je kao:

Formula 1. I odstojanje

$$D(r, s) = \sum_{i=1}^n \frac{|d_i(r, s)|}{\sigma_i} \prod_{j=1}^{i-1} (1 - r_{j i, 12 \dots j-1}),$$

Izvor: (Ivanović, 1977)

gdje je:

- $d_i(r, s)$, odstojanje između vrijednosti indikatora X_i za P_r i P_s , tj.

$$d_i(r, s) = x_{ir} - x_{is}, i = (1, 2, \dots, n),$$

- σ , standardna devijacija od X_i ,

- $r_{j i, 12 \dots j-1}$, koeficijent parcijalne korelacije između X_i i X_j , ($j < i$).

Uslov za upotrebu ovog metoda je prethodno rangiranje svih indikatora po značaju. Izbor indikatora izvršen je na bazi makroekonomskih indikatora razvijenosti za 2021. godinu koji su dostupni na stranici Eurostata (Zavoda za statistiku Evropske komisije). Opredjeljenje za deset indikatora je izbor autora, a na bazi dostupnih podataka

kao i značaja koji svaki od njih ima na razvoj jedne zemlje. Indikatori su podijeljeni na grupe ekonomskih i socijalnih indikatora. Redoslijed uključivanja i broj indikatora u modelu predstavlja veliki problem za svakog istraživača. Pored toga, sve nauke teže tome da se na osnovu malog broja indikatora ili uzoraka objasne i predvide veliki broj pojava i događaja. Da bi se u postupku modeliranja subjektivizam sveo na najmanju moguću mjeru, korištena je Faktorska analiza kao prethodnicu metoda I odstojanja.

Iako se Faktorska analiza, a u okviru nje Analiza glavnih komponenata, nastala i razvijala u okviru psihologije, ona u osnovi predstavlja skup matematičko-statističkih postupaka. Faktorska analiza pripada grupi tehnika multivarijacione analize koje imaju za cilj ispitivanje međuzavisnosti više promjenljivih (interdependence techniques). Kod ovih tehnika sve promjenljive imaju isti status i ulaze u model ravnopravno tj. nema podjele na zavisne i nezavisne promjenljive.

Faktorska analiza je objektivna metoda koja svojim algoritmima i tehnikama vrši redukciju indikatora i njihovo svođenje na optimalan broj. Nakon formiranja glavnih faktora, korišten je metod I odstojanja za definisanje ranga zemalja prema stepenu razvijenosti.

Analiza razvijenosti zemalja predmet je mnogih rasprava i dilema sa stanovišta koju metodu koristiti za rangiranje, sa jedne strane, a sa druge strane kako izabrati skup indikatora na osnovu kojih je to potrebno uraditi. Određeni broj indikatora uzimaju se kao sveobuhvatni pokazatelji pojave koju analiziramo. Problem je dostupnost zvaničnih indikatora. Eurostat je korišten kao izvor podataka jer je to zvanični „statistički centar podataka“. Ono što je objavljeno kao najčešće korišteni indikatori, unešeni su u analizu.

Postavilo se, međutim, pitanje u kojoj mjeri najčešće korišteni indikatori daju zadovoljavajuću informaciju i da li možda postoje i neka druga obilježja i indikatori koji su bili nepoznati ili zapostavljeni, a koji bi mogli da budu čak i značajniji od onih koji se najčešće uzimaju u obzir?

Potrebno je bilo odrediti jedan relativno mali broj, pogodno izabranih, makroekonomskih indikatora koji bi sadržavali isti nivo informacija kao da se koriste svi mogući indikatori u svrhu rangiranja zemalja u svijetu prema nivou razvijenosti. Ukoliko postoji veći broj indikatora potrebno je da se kroz redukciju dimenzionalnosti pojednostavi klasifikacija njegovih elemenata. Izbor skupa indikatora treba da obezbijedi takvu klasifikaciju i rangiranje, koje se ne smije statistički značajno razlikovati od one klasifikacije koja bi se izvela u slučaju da se u obzir uzimaju svi indikatori početnog skupa.

Indikatori koji su se izdvojeni kao neophodni u istraživanju su: GDP (u američkim dolarima, \$), Ukupne rezerve (uključuje zlato, u \$), Izvoz roba i usluga (u \$), Trenutno stanje računa-Bilans, GDP po glavi stanovnika, Strane direktne investicije, Stopa nezaposlenosti, Uvoz roba i usluga (% GDP-a), Godišnja stopa rasta GDP-a po glavi stanovnika i Stopa inflacije (godišnja procentna promjena).

U tabeli 1. predstavljeni su analizirani makroekonomski indikatori za 2021 godinu.

Tabela 1: Makroekonomski indikatori za 2021. godinu

Redni broj/Zemlja	GDP	Ukupne rezerve	Izvoz roba i usluga	Bilans	Uvoz roba i usluga	GDP po glavi stanov	Strane direktne investicije	Nezaposlenost	Godišnja stopa rasta	Inflacija
1. Austrija	4.77082E+11	33957000221	2.66922E+11	-2541088864	55.04	53267.93	6991259381	6.3	4.02	2.77
2. Belgija	5.99879E+11	41872371154	5.12002E+11	-2156902206	84.01	51767.79	20285528819	6.42	5.84	2.44
3. Bosna i Herceg	22571512867	9475044026	10145797880	-484682414	56.33	6916.44	-493113308.4	15.22	7.67	1.98
4. Bugarska	80271119426	39187742752	50597770064	-256760000	61.95	11634.97	-1350850000	5.42	4.7	3.3
5. Kanada	1.99076E+12	1.06615E+11	6.10975E+11	1216875854	30.54	52051.35	30271673753	7.51	3.99	3.4
6. Hrvatska	67837788544	28308830586	34869139702	2251257461	52.36	17398.77	-3345579705	8.68	14.66	2.55
7. Kipar	27719337670	1611044560	22453925488	-2030686773	79.94	30798.48	-2674730994	6.13	5.5	2.45
8. Republika Češka	2.82341E+11	1.73618E+11	2.0492E+11	-2281886745	69.53	26378.5	-252851988.9	2.89	3.29	3.84
9. Danska	3.97104E+11	82235844736	2.3654E+11	32956511977	52.86	67803.05	18016355675	4.8	4.24	1.85
10. Estonija	36262924354	2371477145	29200476815	-453068123.9	80.26	27280.66	453420293.9	6.33	8.37	4.65
11. Finska	2.99155E+11	16744106303	1.16469E+11	2114766497	38.70	53982.61	-5546558027	7.53	3.25	2.19
12. Francuska	2.93747E+12	2.4428E+11	8.797E+11	-17669389988	32.02	43518.54	-16883608078	8.06	6.77	1.64
13. Njemačka	4.22312E+12	2.95736E+11	2.00425E+12	3.14087E+11	41.93	50801.79	1.20035E+11	3.54	2.93	3.14
14. Grčka	2.16241E+11	14447242598	87857673499	-12693956753	48.55	20276.54	-4804584420	14.8	8.7	1.22
15. Mađarska	1.82281E+11	43483375179	1.48254E+11	-5242571910	80.57	18772.67	-2373921818	4.12	7.54	5.11
16. Irska	4.9856E+11	13246996093	6.72266E+11	70248720828	94.56	99152.1	46480043716	6.63	12.52	2.36
17. Italija	2.09988E+12	2.27478E+11	6.87469E+11	53095484074	30.32	35551.28	3617605417	9.83	7.34	1.87
18. Japan	4.93742E+12	1.40575E+12	1.70029E+11	1.42491E+11	17.38	39285.16	1.22537E+11	2.8	2.09	-0.23

19. Latvija	38872546229	5491144973	24906145450	-1133263412	66.15	20642.17	-1973134883	7.6	5.44	3.28
20. Litvanija	65503849705	5579844284	52654593275	936653351.3	76.18	23433.39	-1380080728	7.9	4.99	4.68
21. Luksemburg	86710803337	2920761393	1.83928E+11	4321654722	176.73	135682.79	94046717178	5.23	5.44	2.53
22. Malta	19143741503	1149326794	25515407682	-1010099932	135.04	33257.42	-11365625697	3.5	9.09	1.5
23. Holandija	1.01801E+12	64469433091	8.51087E+11	96623427635	72.59	58061	1.10425E+11	4.01	4.49	2.68
24. Poljska	6.74048E+11	1.6603E+11	4.10541E+11	-3895000000	56.71	17840.92	-24744000000	3.37	6.06	5.06
25. Portugal	2.49886E+11	32535115418	1.05025E+11	-2847584065	45.02	24262.18	-9411952298	6.65	4.86	1.27
26. Rumunija	2.84088E+11	51885588481	1.16047E+11	-19750808883	46.51	14861.91	-8676716782	5.17	6.67	5.05
27. Rusija	1.7758E+12	6.32242E+11	5.47741E+11	1.2204E+11	21.29	12172.79	25362800000	5.01	4.5	6.69
28. Slovačka	1.14871E+11	9609533729	1.07816E+11	-2219789145	94.50	21087.85	333502073.8	6.74	3.24	3.15
29. Slovenija	61526331890	2266987092	51392129172	2073179145	78.21	29200.82	-628347701.1	4.42	7.88	1.92
30. Španija	1.42528E+12	92201269195	4.97711E+11	13263377451	33.41	30115.71	-11406047183	14.73	5.21	3.09
31. Švedska	6.27438E+11	62053165557	2.90234E+11	34683526031	41.91	60238.99	-6927386307	8.66	4.17	2.16
32. Velika Britanija	3.18686E+12	1.94181E+11	8.60135E+11	-82534087685	28.25	47334.36	78998415333	4.53	7.05	2.52
33. SAD	2.29961E+13	7.16152E+11	2.281E+12	-8.21645E+11	13.72	69287.54	51679000000	5.46	5.55	4.7

Izvor: World Bank i za pojedine indikatore:

1. (Economic statistics, 2021) Unemployment rate USA; <https://www.statista.com/statistics/263710/unemployment-rate-in-the-united-states/>
2. (Economic statistics, 2022) Annual % growth rate of GDP Cyprus; <https://www.bea.gov/news/2022/-second-estimate>.
3. (Economic statistic, 2021) USA export of goods and services in 2021; <https://www.bea.gov/news/december-2021>.
4. (Economic statistics, 2021) Japan Export of goods and services % of GDP; CountryProfile/en/JPN.
5. (Economic statistics, 2021) Russia GDP growth rate; <https://www.bloomberg.com/news/articles/-4-7-in-2021>.

Redukcija liste indikatora-analiza glavnih komponenata

Faktorska analiza je procedura koja se koristi za redukciju originalnog prostora podataka na manji broj dimenzija. Modeli Faktorske analize su dobra prethodnica modelima I-odstojanja, jer pored toga što daju objektivnu listu značaja indikatora, postoje i dodatne mogućnosti analize faktorskog rješenja. Cilj Faktorske analize je da identifikuje manji broj indikatora koji se zovu faktori. Radi se o tome da se velika masa informacija sadržanih u posmatranim indikatorima opiše manjim brojem faktora a da pri tome nema gubitaka pojedinačnih informacija. Formalni testovi za opravdanost primjene Faktorske analize su Bartletov test sferičnosti (Bartlett's test of sphericity) i KMO statistika (Kaiser-Meyer-Olkin mjera adekvatnosti uzorka). Ako Bartletov test ne bude statistički značajan, primjena Faktorske analize nema smisla (bez jakog teorijskog opravdanja). U nastavku (tabela 2) prikazani su rezultati Bartletovog testa i KMO statistike. Vrijednost Sig. (.000), pokazuje da se odbacuje nulta hipoteza, što znači da se može nastaviti analiza.

Tabela 2: KMO i Bartletov test sferičnosti

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.487
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	189.188
	df	45
	Sig.	.000

Izvor: Kalkulacija autora u softveru IBM SPSS Statistics 23.0

Naredna tabela daje ključnu informaciju o tome na koliki broj faktora se redukuje broj indikatora (tabela 3). U tabeli su dati podaci, kao što su: svojstvene vrijednosti faktora, svojstvene vrijednosti predstavljene kao procenti od ukupne objašnjene varijanse i kumulativni procenti. U prve tri kolone (Initial Eigenvalues) su podaci za sve faktore, u druge tri (Extraction Sums of Squared Loadings) samo za one faktore koji ispunjavaju kriterijum da budu zadržani (ovde je to svojstvena vrijednost preko 1).

Tabela 3: Ukupno objašnjeni varijabilitet

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.803	38.031	38.031	3.803	38.031	38.031	2.942	29.418	29.418
2	1.871	18.710	56.740	1.871	18.710	56.740	1.870	18.703	48.121
3	1.333	13.332	70.072	1.333	13.332	70.072	1.833	18.333	66.454
4	1.008	10.081	80.153	1.008	10.081	80.153	1.370	13.699	80.153
5	.731	7.307	87.460						
6	.480	4.803	92.264						

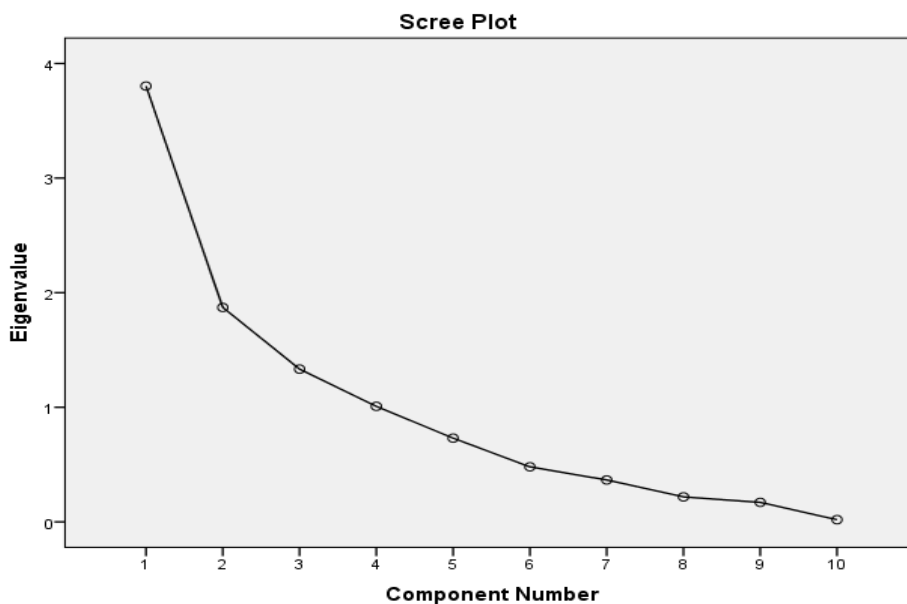
7	.366	3.660	95.924
8	.218	2.183	98.107
9	.170	1.703	99.810
10	.019	.190	100.000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Izvor: Kalkulacija autora u softveru IBM SPSS Statistics 23.0

Iz tabele se uočava da prvi faktor objašnjava 38,031 % ukupnog varijabiliteta svih 10 izvornih varijabli, drugi 18,710 %, treći 13,332 % i četvrti još 10,081 %. Važna informacija je da ova 4 faktora objašnjavaju nešto više od 80 % (80,153 %) ukupnog varijabiliteta (što je dovoljno da budu „predstavnici“ svih izvornih varijabli). Na slici 1 prikazan je dijagram prevoja (Scree plot). Na horizontalnoj osi se nalaze brojevi izdvojenih faktora, a na vertikalnoj osi odgovarajuće karakteristične vrijednosti. Uočava se da poslije četvrtog faktora dolazi do postepenog opadanja karakterističnih vrijednosti što znači da se izdvajaju 4 faktora koja su predmet analize.

Slika 1: Dijagram „prevoja“



Izvor: Kalkulacija autora u softveru IBM SPSS Statistics 23.0

Faktorska analiza generiše više rješenja za isti skup podataka. Svako rješenje je jedna rotacija. Važno je napomenuti i to da se prilikom rotacije zadržava kumulativni procenat varijacija objašnjen izabranim faktorima, ali se varijabilitet raspoređuje na izabrane komponente, odnosno faktore. Velike promjene u koeficijentima ukazuju da se faktori lakše tumače. U opštem slučaju, prilikom rotacije se mijenjaju opterećenja i trebalo bi da opterećenja u tabeli sa rotacijom daju jasniju interpretaciju (Tabela 4).

Tabela 4: Izabrane komponente^a

Indikaori	Faktori			
	1	2	3	4
Izvoz roba i usluga	.946			
Trenutno stanje računa-Bilans	.790			
GDP	.751	-.313	.388	.302
Strane direktne investicije	.703	.356	.387	
Uvoz roba i usluga		.869		
GDP po glavi stanovnika	.340	.763		.329
Godišnja stopa rasta GDP-a po glavi stanovnika			-.706	
Ukupne rezerve	.362	-.337	.693	.313
Stopa nezaposlenosti		-.421	-.682	.327
Stopa inflacije				-.938

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 7 iterations.

Izvor: Kalkulacija autora u softveru IBM SPSS Statistics 23.0

Ponekad istraživač može umjesto faktorskih skorova, tj. linearnih kombinacija, da primjeni “surogat“ promjenljive, što znači da za svaki faktor izabere po jednu originalnu promjenljivu koja ima najveću faktorsku težinu sa tim faktorom i na neki način ga predstavlja (Soldić-Aleksić & Krasavac, 2009). Očigledno je da je poslije rotacije faktora dobijena takva faktorska matrica, gdje se za svaki faktor jasno mogu izdvojiti visoke vrijednosti faktorskih težina, pridružene određenom broju promjenljivih. Tabela 4 pokazuje da je prvi faktor najviše korelisan sa originalnom varijablom „Izvoz roba i usluga“, zatim sa „Trenutno stanje računa-Bilans“, „GDP“ i „Strane direktne investicije“, drugi sa varijablom “Uvoz roba i usluga“ i “GDP po glavi stanovnika“, treći faktor najviše je korelisan sa originalnom varijablom “Godišnja stopa rasta GDP-a po glavi stanovnika“ i „Ukupne rezerve“, a četvrti faktor najviše korelisan sa originalnom varijablom “Stopa inflacija“, pa se ove varijable koriste kao indikatori za rangiranje zemalja prema stepenu razvijenosti.

Rang lista zemalja na osnovu izračunate vrijednosti I-odstojanja i Faktorske analize

Primjenom I odstojanja, a na osnovu makroekonomskih indikatora, formirana je rang-lista zemalja prema ekonomskoj razvijenosti. U tabeli 5 data je rang-lista zemalja prema stepenu ekonomske razvijenosti a na osnovu izračunate vrijednosti sintetičkog indikatora razvijenosti tj. vrijednosti linearnog I-odstojanja.

Tabela 5: Rang lista zemalja prema stepenu razvijenosti

Redni broj	Zemlja	I odstojanje	Redni broj	Zemlja	I odstojanje
1.	SAD	9.14325E+11	18.	Japan	-1.1097E+11
2.	Njemačka	7.79926E+11	19.	Mađarska	-1.21548E+11
3.	Francuska	2.33719E+11	20.	Finska	-1.36986E+11
4.	Velika Britanija	2.24215E+11	21.	Rumunija	-1.37192E+11
5.	Holandija	2.19823E+11	22.	Republika Slovačka	-1.41189E+11
6.	Italija	1.40353E+11	23.	Portugal	-1.42545E+11
7.	Irska	1.32968E+11	24.	Grčka	-1.50883E+11
8.	Kanada	1.03198E+11	25.	Litvanija	-1.67981E+11
9.	Rusija	72487074211	26.	Slovenija	-1.68595E+11
10.	Belgija	55126390530	27.	Bugarska	-1.6898E+11
11.	Španija	48185454241	28.	Hrvatska	-1.7662E+11
12.	Poljska	5846011072	29.	Estonija	-1.79373E+11
13.	Švedska	-52587254798	30.	Malta	-1.81163E+11
14.	Austrija	-63910363476	31.	Latvija (Letonija)	-1.81459E+11
15.	Danska	-78666851976	32.	Kipar	-1.8265E+11
16.	Republika Češka	-94025120685	33.	Bosna and Hercegovina	-1.88628E+11
17.	Luksemburg	-1.04221E+11			

Izvor: Kalkulacija autora

REZULTATI I DISKUSIJA

Koristeći metod I odstojanja, za izabrane indikatore ekonomske razvijenosti, SAD je na prvoj poziciji rang liste razvijenosti analiziranih zemalja, što se u principu podudara sa dostignućima njene ekonomije na globalnom nivou. Odmah iza SAD se nalaze Njemačka i Francuska.

Zanimljivo je da se Velika Britanija nalazi na 4 mjestu rang liste stepena razvijenosti zemalja. Možda je ova pozicija zapravo pozitivan znak za one koji podržavaju njen izlazak iz EU. Ipak, ovo je moguće objašnjenje, ali neophodno je izvršiti dublju analizu da bi se zapravo otkrio istinski razlog.

Uočeno je da se Rusija i Japan nalaze na pozicijama 9 i 18. Šta se desilo sa Japanom, teško je reći ali po ovim indikatorima nalazio se na 18 mjestu analiziranih zemalja u 2021. godini. Možda je riječ o lošim reakcijama ekonomske politike u doba pandemije ili je riječ o nekim strukturnim problemima, nije poznato.

Na osnovu formirane rang liste zemalja i vrijednosti I odstojanja, može se napraviti podjela zemalja prema stepenu razvijenosti na 5 velikih grupa zemalja. Prva grupa zemalja (najrazvijenije zemlje) obuhvata SAD, Njemačku, Francusku, Veliku Britaniju i Holandiju. Druga grupa zemalja (razvijene zemlje) obuhvata Italija, Irska, Kanada, Rusija, Belgija, Španija i Poljska. Treća grupa zemalja (manje razvijene zemlje) obuhvata Švedska, Austrija, Danska, Republika Češka, Luksemburg, Japan, Mađarska, Finska, Rumunija, Republika Slovačka, Portugal, Grčka, Litvanija, Slovenija, Bugarska, Hrvatska i Estonija. Četvrta grupa zemalja (zemlje u razvoju) obuhvata

Malta, Latvija (Letonija), Kipar. Na posljednjem mjestu je Bosna i Hercegovina i ona spada u nerazvijene zemlje.

ZAKLJUČAK

Nivo razvijenosti zemalja je višedimenzionalni problem, koji je neophodno izborom pogodnih makroekonmskih indikatora osvijetliti sa više strana. Pri izboru indikatora razvijenosti neophodno je poći od jedne šire liste mogućih indikatora, koji će se potom podvrgnuti analizi značajnosti u cilju svođenja početne liste indikatora na neku „optimalnu” mjeru. De facto, ova analiza je analiza značajnosti posmatranih privreda, tj. složena kvantitativna analiza ukupnog ekonomskog potencijala posmatranih zemalja. Analiza je pokazala da metod I-odstojanja u kombinaciji sa modelima faktorske analize ne ostavlja mogućnost subjektivnog uticaja na formiranje rang liste, pod pretpostavkom da je poznat skup indikatora i da ima sve osobine koje odgovaraju prirodi problema. Koristeći metod I odstojanja, za izabrane indikatore ekonomske razvijenosti, SAD je na prvoj poziciji rang liste zemalja prema stepenu razvijenosti analiziranih zemalja (po izabranim indikatorima), slijede Njemačka, Francuska, Velika Britanija, Italija, Kanada, Rusija i Japan. Od ostalih zemalja EU najveći stepen razvijenosti po izabranim indikatorima ima Holandija, zatim slijedi Irska, Belgija, Španija, Poljska, Švedska, Austrija, Danska, Republika Češka, Luksemburg...Na osnovu formirane rang liste zemalja i vrijednosti I odstojanja, može se napraviti podjela zemalja u 5 velikih grupa zemalja. Neophodno je da zemlje, koje imaju težnju prema boljem pozicioniranju na konačnoj rang-listi zemalja prema stepenu razvijenosti, razvijaju indikatore koji služe kao indikatori za ocjenu stepena razvijenosti.

Niti jedan od modela ne daje rješenje koje ima suštinsko, kardinalno značenje da se na bazi njegove primjene može zaključiti kolika je stvarna razlika u nivou razvijenosti između posmatranih zemalja. Otuda je primjena ovih metoda ograničena na sastavljanje rang liste zemalja prema stepenu razvijenosti, koji mogu da služe kao „kompas“ u analizi njihove razvijenosti.

LITERATURA

- Calitz, A. P., & Kanyutu, T. W. (2021). *A Ranking Framework for Higher Education Institutions: A Students Perspective*. South Africa: IGI Global.
- Economic statistic*. (2021). Retrieved from USA export of goods and services: www.bea.gov.com
- Economic statistics*. (2021). Retrieved from Unemployment rate USA: www.statista.com
- Economic statistics*. (2021). Retrieved from Japan Export of goods and services : www.knoema.com/atlas/Japan/Service-export
- Economic statistics*. (2021). Retrieved from Russia GDP growth rate: www.bloomberg.com
- Economic statistics*. (2022). Retrieved from Annual % growth rate of GDP: www.bea.gov.com
- Ivanović, B. (1977). *Teorija klasifikacije*. Beograd: Institut za ekonomiku industrije.
- Komić, J. (2021). *Ulaganje u istraživanje i razvoj-investicija za budućnost*. Banja Luka: Univerzitet u Banja Luci Ekonomski fakultet.
- Landika, M., & Bojić, J. (2016, decembar). Modeliranje poslovno – ekonomskih strategija kao platforme investicione politike u uslovima rizika. *EMC Review, God./Vol. VI, Br./No. II*, pp. 249-263.
- Landika, M., & Račić, Ž. (2021). *Operaciona istraživanja; MOdeliranje poslovnih sistema*.

Banja Luka: Panevropski Univerzitet Apeiron.

- Landika, M., Aleksić-Anđelić, J., & Barjaktarević, M. (2021). Statističko modeliranje profila potrošača u funkciji adaptacije marketing strategije u uslovima pandemije COVID – 19. *EMC Review God./Vol. XI Br./No.1*, 189-200. doi:https://doisrpska.nub.rs/index.php/economyandmarket/article/view/7549
- Landika, M., Sredojević, V., & Jakupović, S. (2018, Jun/June). Matrični aspekti predikcije poslovne efikasnosti malih i srednjih preduzeća kao preduslov međunarodne konkurentnosti. *EMC Review, GOD. VIII, broj 1*, pp. 108-117.
- Landika, M., Uremović, N., & Sredojević, V. (2022, Jun/June). Prognostičko modeliranje upravljačkih smjernica kao temelj međunarodnog pozicioniranja – izazovi za BiH. *EMC Review, God./Vol. XII.*, pp. 176-186.
- Nilsen. (2011). *Classifications of Countries Based on Their Level of Development: How it is Done and How it Could be Done*. New York: IMF, Working Paper.
- Račić, Ž. (2018). *Process of ranking countries by level of development* (Vol. 4). Zagreb, Croatia: Review of Economic, Business and Social Statistics (CREBS).
- Soldić-Aleksić, J., & Krasavac, B. (2009). *Kvantitativne tehnike u istraživanju tržišta; Primenjena SPSS računarskog paketa*. Beograd: Centar za izdavačku djelatnost Ekonomskog fakulteta Univerziteta u Beogradu.
- Vidal, J., & Ferreira, C. (2020). *Universities under Pressure: Impact of International University Rankings*. Paris: Journal of New Approaches in educatio Research.

APPLICATION OF FACTOR ANALYSIS AND I-DISTANCE IN THE RANKING OF COUNTRIES ACCORDING TO THE LEVEL OF DEVELOPMENT

Željko Račić

Associate professor, Univerzitet u Banjoj Luci, Ekonomski fakultet, zeljko.racic@ef.unibl.org; ORCID ID: 0000-0001-7383-3431

Slaviša Kovačević

Associate professor, Univerzitet u Banjoj Luci, Ekonomski fakultet, slavisa.kovacevic@ef.unibl.org; ORCID ID: 0000-0001-8133-5838

Summary: *Contemporary theory defines development as a multi-dimensional and complex phenomenon which, therefore, cannot be measured by just one, but by a series of macroeconomic indicators. Different international organizations use different country classification systems. To assess the degree of development of a country, UNDP (United Nations Development Programme) uses the complex HDI index (Human Development Index). The HDI index includes the dimension of health (length of life), the dimension of education and the dimension of income (measured by gross national income per capita). Based on this index, the countries of the world are divided into four groups: countries with very high, countries with high, countries with medium and countries with low level of human development. The World Bank classifies countries based on GDP per capita. The International Monetary Fund classifies countries into “advanced economies” and “emerging and developing economies”. A unique classi-*

fication of countries according to the degree of development is difficult, given that the very concept of the development of countries is complex and often includes several aspects, such as economic and social aspects. Although there is no single classification with precisely defined indicators that can be applied to each country and provide relevant data and a reliable picture of the level of development of the countries of the world, the need for such a classification is very pronounced. The aim of the paper is to determine the ranking of selected countries according to the level of development in 2021 based on a certain number of macroeconomic indicators. For the purposes of realizing the formulated goal, the procedure for ranking and classifying countries using the I-distance is presented. The I-distance method is a method of classification and ranking of multidimensional phenomena, based on the distance between the selected indicators. The selection of indicators was carried out using factor analysis (specifically, analysis of the main components) and the use of statistical software SPSS (eng. Statistical Package for Social Sciences - version PASW Statistics 23). Factor analysis is an objective method that uses its algorithms and techniques to reduce indicators and reduce them to an optimal number. After the formation of the main factors, the I distance method was used to define the ranking of countries according to the level of development. In this paper, the countries of the European Union were analyzed. In addition to the countries of the European Union, the analysis included the following countries: Japan, Russia, USA, Canada, Great Britain and Bosnia and Herzegovina. Based on the formed ranking of countries, the USA is in first place, followed by Germany, France, Great Britain, Italy, Canada, Russia and Japan. Not a single model provides a solution that has an essential, fundamental meaning, that is, based on its application, one cannot conclude what the real difference in the level of development is between the observed countries. Hence, the application of these methods is limited to compiling a ranking of the level of development of countries, which can serve us as "compass" in the analysis of their development.

Key words: I-distance, ranking, factor analysis, principal components analysis, SPSS.

Jel classification: C10, C44, C88, F43.

