

PROŠIRENJE OSNOVNOG GLOBAL HEALTH SECURITY (GHS) INDEKSA -INDIKATORA SIGURNOSTI ZDRAVSTVENIH SISTEMA

EXTENSION OF THE BASIC GLOBAL HEALTH SECURITY (GHS) INDEX – HEALTH SYSTEM SECURITY INDICATOR

Živković Živan | Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru | profzivkovic@gmail.com
 Panić Marija | Univerzitet u Beogradu, tehnički fakultet u Boru | mpanic@tfbor.bg.ac.rs

Sažetak

U radu se razmatra proširenje Global Health Security (GHS) indeksa novim prediktorima: Gros Domestic Product (GDP) per capita kao osnovnog pokazatelja ekonomskog rasta, Corruption Perception Index (CPI) i Democracy Index (DI), značajnim pokazateljima razvoja društvenih odnosa. Navedenim proširenjem GHS indeksa, dobija se pouzdaniji model za predikciju sposobnosti zdravstvenog sistema neke zemlje za davanje adekvatnih odgovora u uslovima pandemijske krize kada je zdravlje ljudi ozbiljno ugroženo. Ocena rezultata proširenja GHS indeksa dodatnim prediktorima: GDP per capita, CPI i DI vršeno je primenom multilinearne regresione analize (MLRA) za osnovni i prošireni model. Dobijene vrednosti koeficijenta determinacije (R^2) ukazuju da prošireni GHS model pokazuje isti visoki nivo fitovanja kao i osnovni model, što potvrđuje opravdanost njegovog proširenja. Istraživanja su izvršena sa dostupnim podacima za 42 Evropske zemlje.

Abstract

The paper discusses the extension of the Global Health Security (GHS) index with new non-medical predictors: Gross Domestic Product (GDP) per capita as a basic indicator of economic growth, Corruption Perception Index (CPI) and Democracy Index (DI) as significant indicators of social relations. This extension of the GHS index provides a more reliable model for predicting the ability of a country's health system to provide an adequate response in a pandemic crisis when human health is seriously endangered. Evaluation of the results of the extension of the GHS index by additional non-medical predictors was performed using multiple linear regression analysis (MLRA), both for the basic and for the extended model. The obtained values of the coefficient of determination (R^2) indicate that the extended GHS model shows the same high level of fitting as the basic model, which confirms the justification of its extension. The research was conducted on the basis of available data for 42 European countries.

Ključne reči: GHS, proširenje indeksa, CPI, DI, GDP per capita

Keywords: GHS, index extension, CPI, DI, GDP per capita

JEL klasifikacija: O11

DOI: 10.5937/trendpos2101009Z

UDK: 616.98:578.834]:351.77(100)

614.4-049.5

COBISS.SR-ID 41671945

1. Uvod

Posledice pandemijske krize ebole 2014. godine inicirale su Svetsku zdravstvenu organizaciju (World Health Organization – WHO) da izgradi sistem za predikciju sigurnosti nacionalnih zdravstvenih sistema za prevenciju u uslovima nastanka pandemije [1]. Tako je već 2015. godine nastao Global Health Security (GHS) index, koji je 2019. godine primenjen za 195 zemalja sveta, a njegova sposobnost davanja adekvatnog odgovora na pojavu pandemije testirana je više puta tokom 2020. godine, što je pokazalo dobre rezultate na pojavu pandemije COVID – 19 koja je počela krajem 2019. godine, a traje tokom 2020 kao i 2021. bez jasne procene kada će se završiti [2], što potvrđuje opravdanost stvaranja GHS indeksa i njegovo analiziranje [3].

Osnovna struktura modela GHS indeksa sastoji se od davanja odgovora na 140 pitanja koja su svrstana u okviru 85 subindikatora, oni u 34 indikatora koji su na kraju svrstani u šest kategorija i to: Prevencija, Otkrivanje i izveštavanje, Brzi odgovori, Zdravstveni sistem, Usklađivanje sa međunarodnim normama i Rizik okruženja. Za izračunavanje GHS indeksa za 2019. godinu obrađeni su rezultati za 195 zemalja u svetu gde su ušle sve evropske zemlje za čiju obradu je angažovan 21 ekspert iz 13 zemalja [1, 2]. Modelovanje subindikatora, indikatora i kategorija u okviru GHS modela, daje rezultat u granicama 0–100 za svaku zemlju, gde vrednost 100 označava najpovoljniju poziciju, tj. perfektne uslove zdravstvene sigurnosti, a 0 najlošiju poziciju sa najgorim kapacitetom zdravstvene sigurnosti, izmereno pomoću kriterijuma definisanih u GHS indeksu [2]. U uslovima pandemije COVID-19, GHS indeks se koristi za analizu rizika na ekonomski razvoj [4], kao i drugih faktora u okruženju [5].

Na veličinu GHS indeksa u nekoj zemlji, pored navedenih šest kategorija zdravstvenih faktora, direktan pozitivan uticaj ima nivo demokratije u njoj koji se meri Democracy Index (DI) [7]. DI uzima pet ključnih pokazatelja koji ukazuju na stanje demokratije u državi: izborni proces, transparentnost vlasti, učesće u političkom životu, politička kultura, kultura i građanske slobode [8]. Pokazano je da DI ima veliki uticaj na ekonomski rast zemlje [9] i veličinu GDP per capita [10]. Takođe, ali sa negativnim uticajem na GDP per capita Corruption Perceptions Index (CPI) koji se meri stepenom u kojem se opaža korumpiranost u javnom sektoru (korumpiranost državnih funkcionera i javnih službenika) [11]. U zemljama sa tranzicionom ekonomijom sa porastom CPI, DI opada [1], što sinergetski negativno utiču na veličinu GDP per capita [9]. Svaki od navedenih dopunskih prediktora na svoj način utiče na strukturu zdravstvenog sistema u nekoj zemlji a samim tim na veličinu GHS indeksa.

U ovom radu izvršeno je ispitivanje proširenja GHS indexa dodatnim prediktorima: uticajem ekonomskog parametra GDP per capita i parametrima društvenih odnosa preko CPI i DI [8]. Istraživanje u ovoj studiji izvršeno je na osnovu dostupnih rezultata za 42 evropske zemlje [12, 15,16,17].

2. Metodologija istraživanja

Za predikciju zavisnosti veličine GHS indeksa (zavisne promenljive koja definiše nivo sigurnosti zdravstvenog sistema neke zemlje Y) od uticajnih faktora (kategorija GHS modela X_1 - X_6) proširenih sa GDP per capita, DI i PCI (X_7 – X_9) korišćena je statistička metoda Multi Linearna Statistička Analiza (MLRA) [13] primenom SPSS softverskog paketa[14].

U navedenom modelu korišćeni su sledeći prediktori: X_1 – Prevencija, X_2 – Otkrivanje i izveštavanje, X_3 – Brzi odgovor, X_4 – Zdravstveni sistem, X_5 – Usklađenost sa međunarodnim normama X_6 – Rizik okruženja [12]. X_7 – GDP per capita [15], X_8 – CPI – percepcija indeksa korupcije [16], X_9 – DI – indeks demokratije [17]. Kao izlazni parametar modela Y definisan je GHS [12]. Za utvrđivanje zavisnosti $Y = f(X_1 - X_6)$ i $Y = f(X_1 - X_9)$ korišćena je MLRA primenom SPSS softverskog paketa [14].

Efekat primene MLRA za definisanje linearne zavisnosti $y = f(x_i) + a$ meri se vrednošću koeficijenta determinacije R^2 , koji u mnogim slučajevima ne daje dobre rezultate, pa se u tom slučaju koriste nelinearni modeli [18]. Kao rezultat MLRA nad dostupnim skupom podataka dobija se jednačina opšteg tipa:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (1)$$

gde Y predstavlja zavisnu varijablu koja se predviđa, a je konstanta, b je nestandardizovani regresioni koeficijent, a X je vrednost prediktora.

Da bi mogla da se sprovede MLRA moraju biti ispunjeni određeni zahtevi i pretpostavke [13]. Zahtevi su sledeći: (a) svaka varijabla u studiji mora biti povezana sa par ocena, tj. ako prediktor ima ocenu na promenljivoj X, onda isti prediktor takođe mora imati ocenu na promenljivoj Y; (b) varijable treba meriti na kraju radnog nivoa. Pored toga, moraju biti ispunjene pretpostavke: linearnosti (odnos između dve promenljive mora biti linearan, tj. relaciona zavisnost se može tačnije predstaviti pravom linijom (varijabilnost rezultata za Y varijablu treba da ostane konstanta, pri svim vrednostima X varijable).

3. Diskusija rezultata

U tabeli 1 prikazane su vrednosti deskriptivne statističke analize za svih devet ulaznih parametara (X1–X9), kao i za izlazni parametar Y.

Tabela 1. Deskriptivna statistička analiza vrednosti ulaznih i izlaznih parametara modela

Variable	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
X ₁	61.7	19.4	77.9	51.96	13.339	42
X ₂	68	29	81.1	60.89	18.603	42
X ₃	70.2	21.7	97	48.67	15.475	42
X ₄	48.3	21.9	91.9	44.50	12.399	42
X ₅	55.4	25.8	70.2	56.84	10.447	42
X ₆	43.8	43.3	81.2	69.84	11.623	42
X ₇	106.2	3.4	87.1	30.26	24.439	42
X ₈	59	28	9.87	58.90	18.036	42
X ₉	7.39	2.48	109.6	7.34	1.671	42
Y	42.6	35.3	77.9	54.83	11.1151	42

U cilju definisanja korelacione zavisnosti izlaznog parametra modela (Y) u funkciji ulaznih parametara (X1–X9), sprovedena je bivariaciona korelaciona analiza i na taj način proračunati su Pearson-ovi korelacioni koeficijenti sa odgovarajućim stepenom statističke značajnosti, tabela 2.

Tabela 2. Korelaciona matrica za input i output parametre modela

	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
Y	1									
X ₁	0.886**	1								
X ₂	0.811**	0.689**	1							
X ₃	0.819**	0.637**	0.485**	1						
X ₄	0.812**	0.669**	0.455**	0.782**	1					
X ₅	0.723**	0.655**	0.541**	0.505**	0.432**	1				
X ₆	0.668**	0.576**	0.441**	0.401**	0.583**	0.440**	1			
X ₇	0.445**	0.352*	0.247	0.280	0.420**	0.243	0.801**	1		
X ₈	0.631**	0.568**	0.513**	0.324*	0.444**	0.484**	0.861**	0.752**	1	
X ₉	0.723**	0.591**	0.509**	0.504**	0.637**	0.452**	0.927**	0.848**	0.853**	1

Note: ** Correlation is significant at the 0.01 level

* Correlation is significant at the 0.05 level

Dobijene vrednosti Person-ovih koeficijenata korelacije ukazuju na veliki stepen korelacije između Y i (X1–X9) višim od 0.6** (statistička značajnost od 0.01), osim sa X7 (GDP per capita), gde je vrednost ovog koeficijenta 0.445**, što ukazuje da su problemi u nivou stepena zdravstvene sigurnosti u većoj meri zavisni od organizacionih resursa u odnosu na materijalne. Korelacije između pojedinih prediktora u modelu su značajne, sa velikim nivoom statističke osetljivosti, osim korelacije X7 sa X2, X3 i X5 (0.247, 0.280, 0.243, respektivno) bez statističke značajnosti, što ukazuje da za njihovo značajnije poboljšanje nisu potrebni materijalni uslovi, već dobra volja i zainteresovanost državnih organa, o čemu svedoče značajne korelacije X8 i X9 sa X2, X3 i X5, sa statističkom značajnošću nivoa 0.01.

Za fazu treniranja osnovnog i proširenog modela primenom MLRA iskorišćen je isti procenat nasumično izabranih podataka iz početne baze podataka (99.98%), a ostatak je iskorišćen za fazu testiranja. Proračunata linearna zavisnost veličine GHS (Y) pomoću MLRA za osnovni model (X1–X6) prikazana je pomoću jednačine predviđanja (2), a pomoću jednačine (3) prikazana je linearna zavisnost GHS za prošireni model (X1–X9):

$$Y = 0.140 + (0.166 \cdot X_1) + (0.194 \cdot X_2) + (0.189 \cdot X_3) + (0.166 \cdot X_4) + (0.155 \cdot X_5) + (0.127 \cdot X_6) \quad (2)$$

$$(R^2 = 1.000)$$

$$Y = 0.434 + (0.167 \cdot X_1) + (0.194 \cdot X_2) + (0.188 \cdot X_3) + (0.165 \cdot X_4) + (0.156 \cdot X_5) + (0.121 \cdot X_6) + (0.002 \cdot X_7) - (0.033 \cdot X_8) + (0.004 \cdot X_9) \quad (3)$$

$$(R^2 = 1.000)$$

Mera tačnosti izračunate jednačine meri se veličinom koeficijenta determinacije (R2) koji predstavlja kvadratnu vrednost koeficijenta korelacije (R). Koeficijent korelacije se odnosi na linearnu korelaciju između zapaženih i modelom predviđenih vrednosti zavisne promenljive, a njegova visoka vrednost kod oba modela ukazuje na veoma snažnu korelaciju. Visoka vrednost R2 kod osnovnog modela od 1.000 potvrđena je i za prošireni model iznosi 1.000, čime se potvrđuje da 100% varijacije u zavisnoj promenljivoj Y može biti objašnjeno uticajem ulaznih promenljivih (X1–X9). Dobijena relacija R2(2)_MLRA = R2(3)_MLRA pokazuje da oba modela, i osnovni i prošireni, na podjednako efikasan način mogu opisati zavisnost GHS od ulaznih parametara, s tim što je prošireni model statistički pouzdaniji s obzirom da uključuje dodatne prediktore. Svi prediktori u osnovnom i proširenom modelu imaju pozitivan uticaj na veličinu Y(GHS), osim CPI prediktor u proširenom modelu koji ima negativan uticaj na Y(GHS). Sa porastom CPI vrednost GHS indeksa se smanjuje, pri čemu je njegov uticaj značajniji u odnosu na preostala dva dodatna prediktora: GDP per capita i DI.

Standardna greška procene od 95% intervala poverenja, predviđa između kojih vrednosti leži odgovarajuća vrednost predviđenog Y (GHS) rezultata. Modelovanjem zavisnosti Y od ulaznih parametara (X1–X6) pomoću MLRA kod osnovnog modela, standardna greška procene iznosi 0.152, što je drastično niže u poređenju sa vrednošću standardne devijacije za Y od 11.115 (Tabela 1). Kod proširenog modela (X1–X9), vrednost standardne greške procene je još niža i iznosi 0.150. Zahvaljujući navedenim parametrima, ovako definisani prošireni model GHS indeksa, se može smatrati adekvatnim za predviđanje visine GHS indeksa u zavisnosti od navedenih prediktora.

Rezultati ANOVA testa prikazani u tabeli 3 predstavljaju rezultate testiranja nulte hipoteze da je R2 = 0. Ovakva vrednost koeficijenta determinacije ukazuje na nelinearnu zavisnost između prediktora i zavisne varijable. Dobijena vrednost F statistike za osnovni model je 36567.58, a za prošireni model 25178.92 sa visokom statističkom značajnošću (p < 0.001). Prema tome, hipoteza da ne postoji linearna veza između prediktora i zavisne varijable se odbacuje.

Tabela 3. Rezultati ANOVA testa u fazi treniranja modela

Model	OSNOVNI MODEL					PROŠIRENI MODEL				
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	5064.593	6	844.099	36567.576	0.000 ^a	5064.686	9	562.743	25178.921	0.000 ^b
Residual	0.808	35	0.023			0.715	32	0.022		
Total	5065.401	41				5065.401	41			

^a Predictors: (Constant), X₆, X₃, X₂, X₅, X₁, X₄

^b Predictors: (Constant), X₉, X₅, X₃, X₂, X₁, X₄, X₇, X₈, X₆

^c Dependent Variable: Y – GHS

Utvrđivanje nezavisnog odnosa, izvršeno je pomoću dobijenih vrednosti standardizovanih Beta koeficijenata između prediktora (X₁–X₆) i zavisne promenljive (Y) u osnovnom modelu, kao i između prediktora (X₁–X₉) i zavisne promenljive (Y) u proširenom modelu. Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Vrednosti standardizovanih Beta koeficijenata

Prediktori	OSNOVNI MODEL			PROŠIRENI MODEL		
	Standardizovani koeficijenti	T	Sig.	Standardizovani koeficijenti	t	Sig.
	Beta			Beta		
X ₁	0.199	50.872	0.000	0.201	51.165	0.000
X ₂	0.325	107.999	0.000	0.325	101.358	0.000
X ₃	0.264	70.885	0.000	0.262	69.317	0.000
X ₄	0.185	45.884	0.000	0.184	45.142	0.000
X ₅	0.146	49.408	0.000	0.147	49.492	0.000
X ₆	0.132	46.259	0.000	0.127	19.919	0.000
X ₇				0.005	1.157	0.256
X ₈				-0.005	-1.017	0.317
X ₉				0.006	0.755	0.456

Note: * Statistically significant at the 0.005 level

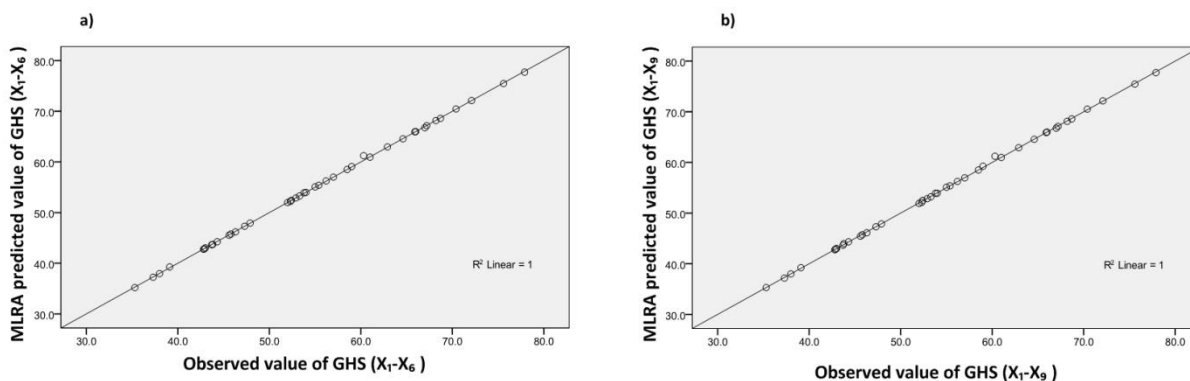
Beta koeficijent je pozitivan i statistički značajan 0.005 nivoa za prediktore X₁–X₆ kod oba modela, što znači da što je vrednost ovih prediktora viša, veća je i vrednost GHS. Što se tiče proširenog modela, vrednost Beta koeficijenata je takođe pozitivna za sve prediktore, osim za X₈ i to bez statističke značajnosti. Isto tako, statistička značajnost nije potvrđena ni kod vrednosti Beta koeficijenata za preostala dva dopunska parametra.

U cilju potvrđivanja kolinearnosti, u tabeli 5 prikazani su rezultati sprovedene analize kolinearnosti za oba definisana modela predviđanja, i za osnovni (X₁–X₆) i za prošireni (X₁–X₉).

Table 5. Korelaciona analiza rezultata

Variabil e	OSNOVNI MODEL					PROŠIRENI MODEL				
	Korelacije			Kolinearna statistika		Korelacije			Kolinearna statistika	
	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
X ₁	0.886	0.993	0.109	0.296	3.374	0.886	0.994	0.107	0.286	3.491
X ₂	0.811	0.999	0.231	0.504	1.982	0.811	0.998	0.213	0.429	2.330
X ₃	0.819	0.997	0.151	0.330	3.034	0.819	0.997	0.146	0.309	3.241
X ₄	0.812	0.992	0.098	0.281	3.562	0.812	0.992	0.095	0.265	3.770
X ₅	0.723	0.993	0.105	0.525	1.905	0.723	0.994	0.104	0.503	1.987
X ₆	0.668	0.992	0.099	0.556	1.800	0.668	0.962	0.042	0.109	9.155
X ₇						0.445	0.200	0.002	0.210	4.757
X ₈						0.631	-0.177	-0.002	0.187	5.357
X ₉						0.723	0.132	0.002	0.070	14.248

Nakon faze treniranja modela, usledila je faza testiranja u okviru MLRA, u kojoj je izvršena validacija osnovnog i proširenog modela za utvrđivanje zavisnosti GHS indeksa od definisanih ulaznih parametara. Na sl.1 dat je uporedni prikaz linearne zavisnosti između zabeleženih i modelom MLRA predviđenih vrednosti GHS indeksa. Sa sl.1. može se videti da u poređenju sa fazom treniranja, koeficijent determinacije (R^2) i kod osnovnog modela (X1–X6) i kod proširenog modela (X1–X9) iznosi 1.000, što znači da se podjednako dobra pouzdanost postiže i u fazi testiranja modela.



Slika 1. Uporedni prikaz zavisnosti između zabeleženih i predviđenih vrednosti GHS pomoću metode MLRA za a) osnovni model i b) prošireni model

Dobijeni rezultati prikazani na sl.1. ukazuju da je proširenje GHS indeksa sa nemedicinskim parametrima: GDP per capita, PCI i DI opravdano zbog njihovog suštinskog uticaja na razvijenost zdravstvenog sistema u nekoj zemlji, što direktno utiče na njegovu sigurnost i sposobnost davanja adekvatnih odgovora u uslovima pandemijske krize kao što je slučaj sa COVID-19. U proširenom modelu su pored zdravstvenih prediktora uvedeni dodatni nemedicinski prediktori koji omogućuju adekvatnije značenje GHS indeksa u oceni sigurnosti zdravstvenog sistema za davanje adekvatnih odgovora u uslovima pandemijske krize.

4. Zaključak

Dobijeni rezultati vrednosti GHS indeksa i analize sprovedene na podacima za 42 evropske zemlje, pokazali su da proširenje izvornog GHS modela sa nemedicinskim parametrima (GDP per capita, PCI i DI) daje adekvatniji odgovor u njegovoj strukturi. Vrednosti R^2 za osnovni i prošireni model od 1.000 potvrđuje opravdanost proširenja osnovnog GHS indeksa sa nemedicinskim prediktorima GDP per capita, CPI i DI.

Upoređivanjem dobijenih rezultata u borbi protiv COVID-19 pandemije i rangiranja preko kriterijuma GHS indeksa, nameće zaključak da je u budućim analizama spremnosti zdravstvenog sistema za davanje adekvatnih odgovora na pandemijske pretnje, potrebno uključiti i elemente GDP per capita, PCI, DI kao i elemente liderstva i njegove sinergije sa elementima zdravstvenog sistema, o čemu govore i rezultati ostvareni u borbi protiv COVID-19 u Novom Zelandu i Južnoj Koreji (Abbey et al., 2020).

5. Bibliografija

- [1] GHS (2020) Global Health Security Index, Building Collective Action and Accountability www.ghsindex.org
- [2] Chang, C.L. and McAleer, M., (2020) Alternative Global Health Security Index for Risk Analysis of COVID-19, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17,3161.
- [3] McAler, M., (2020) Prevention is better than the cure: Risk management of COVID – 19, *Journal of Risk and Financial Management*,13, 46.
- [4] Abeu; E.J., et. al.,(11 authors), (2020) The Global Health Security Index is not predictive of coronavirus pandemic responses among Organization for Economic Cooperation and Development countries, *PLOS ONE*, October 7, 2020. pp. 1-11. doi.org/10.1371/journal.pone.0239398
- [5] Leichtweis, B.G., Silva, L.P., Slva, F.L., Peternelli, L.A., (2021) How the global health security index and environment factor influence the spread of COVID – 19: A country level analysis, *One Health*, 12, 100325.žž
- [6] Dalglish, S., (2020),COVID-19 gives the lie to global health expertise, *The lancet*, 395, 1189-1195.
- [7] Democracy Indeh 2020 (2021) *The Economist Intelligence United Limited*, 2021.
- [8] Bhattachatyya, S., Hodler, R., (2009) Natural resources, democracy and corruption, *OxCarre Research Paper N0.2009-20.Oxford Centre for the Analysis of Resource Rich Economies*.
- [9] Nnedra B., Boujelbene, Y., (2020) An econometric study of the role of the political stability on the relationship between democracy and economic growth, *Panoeconomicus*. 67(2) 187-206. <https://dx.doi.org/10.2298/PAN1703080158>
- [10] Nnedra B., Boujelbene, Y., (2018) The nexus between democracy and economic growth: Evidence from dynamic simultaneous-equations models, *Journal of the Knowledge Economy*, 9(3): 980-998.<http://dx.doi.org/10.1007/s13132-016-0380-x>
- [11] Olken, B.A., Pande, R., (2012) Corruption in Developing Countries, *The Annual Review of Economics*, 4, 479-509.
- [12] www.ghsindex.org
- [13] Ho, R. (2006) *Handbook of Univariate and Multivariate Data Analysis with IBM SPSS*. Second edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- [14] Landau, S., Everit, B.S., (2004) *A Handbook of Statistical Analysis using SPSS*, Chapman and Hall – CRC Press Company, Boca Raton, Florida, USA, pp. 40-90.
- [15] [http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Countries_by_GDP_\(nominal\)_per_capita](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Countries_by_GDP_(nominal)_per_capita)
- [16] https://en.wikipedia.org/wiki/Corruption_Perceptions_Index
- [17] https://en.wikipedia.org/wiki/Democracy_Index
- [18] Živković, Ž., Mihajlović, I., Nikolić, Đ., (2009) Artificial neural network method applied on the nonlinear multivariate problems, *Serbian Journal of Management*, 4(2), 143 – 155.