

Creșterea economică, consumul de energie regenerabilă și amprenta ecologică – explorarea rolului mediului înconjurător, reglementărilor de mediu și al democrației în dezvoltarea durabilă

Economic growth, renewable energy consumption and the ecological footprint – exploring the role of the environment, environmental regulations and democracy in sustainable development

Grosu Maria Carina¹

1 Faculty of Agrifood and Environmental Economics, Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania; grosu maria21@stud.ase.ro

Rezumat: Cercetarea urmărește identificarea impactului pe care variabilele independente: creșterea economică, consumul de energie regenerabilă, explorarea rolului mediului înconjurător, reglementărilor de mediu și democrația îl au asupra amprentei ecologice, în cele 27 de state membre ale Uniunii Europene. Scopul analizei este previzionarea la nivelul variabilei dependente în funcție de valorile variabilelor independente astfel încât să putem evalua eficiența modelului luând măsuri în ceea ce privește reducerea amprentei ecologice. Studiul ajută la luarea unor decizii, elaborarea și implementarea unor politici și strategii durabile mai eficiente la nivel european.

Cuvinte cheie: creștere economică, democrație, energie regenerabilă, amprenta ecologică;

Abstract: The aim of this paper is to identify the impact and importance that independent variables such as economic growth, renewable energy consumption and the exploration of the role of the environment, environmental regulations and democracy have on the ecological footprint in the 27 member states of the European Union. This is made possible with the use of forecasting at the level of the dependent variable according to the values of the independent ones so that the effectiveness of the model by taking steps to reduce the ecological footprint can be evaluated accordingly. This study may help in making decisions and also develop and implement more effective long-term policies and strategies at the European level.

Keywords: economic growth, democracy, renewable energy, ecological footprint;

Clasificare JEL: O4, Q2,

Clasificare REL: 15C

Introducere

Studiul are drept scop evaluarea și identificarea impactului pe care îl au creșterea economică, consumul de energie regenerabilă, explorarea rolului reglementărilor de mediu și democrația în dezvoltarea durabilă, în cele 27 de state membre ale Uniunii Europene.

Pentru îndeplinirea scopului cercetării lucrarea a fost împărțită în 3 părți. Prima parte a lucrării constă în analiza bibliometrică a creșterii economice, a consumului de energie regenerabilă și a amprentei ecologice, astfel încât să observăm dinamica și evoluția în timp a subiectelor de interes.

Analiza bibliometrică a fost realizată cu ajutorul platformei Web of Science pe o perioadă de 24 de ani, din anul 2000 până în anul 2024. Ulterior construirea hărților a fost posibilă utilizând soft-ul Vosviewer.

Metodologia de cercetare a constituit cea de a doua parte a studiului, unde am stabilit modelul econometric de regresie liniară multiplă. Am stabilit variabilele independente: creșterea economică, democrația, consumul de energie regenerabilă, explorarea rolului reglementărilor de mediu și variabila dependentă amprenta ecologică, aceasta fiind influențată în mod direct de către toate celelalte variabile. Analiza econometrică a fost realizată în perioada 2004-2022 pentru cele 27 state ale UE și concretizată după stabilirea bazei de date și introducerea acesteia în programul Eviews 12 Student Version Lite, program folosit pentru elaborarea modelului econometric.

Cea de-a treia parte înglobează rezultate obținute după introducerea modelului în program și interpretarea acestor rezultate.

1. Analiza bibliometrică a creșterii economice, consumului de energie regenerabilă și a amprentei ecologice

Termenul de bibliometrie a fost introdus în 1969 de către Pritchard, aceasta a explicat termenul ca fiind “o aplicație a modelelor matematice și statistice pentru cărți și alte comunicate de tip media” (Pritchard A., 1969).

Analiza bibliometrică facilitează examinarea unor publicații deja existente (cărți, articole, seturi de date, publicații, reviste) care cuprind: autori, cuvinte cheie, țara de proveniență, sursa, anii de publicație, tipul documentului, domeniile de care aparțin. Aceasta este folosită în special în cercetarea academică și în înțelegerea dinamicii și evoluției științei.

În această secțiune s-a realizat analiza bibliometrică, cantitativă a publicațiilor științifice cu privire la creșterea economică, consumul de energie regenerabilă și amprenta ecologică în dezvoltarea durabilă din perioada 2000-2024 cu ajutorul platformei Web of Science.

Concomitent, construirea și vizualizarea hărților s-a efectuat cu ajutorul soft-ului Vosviewer. Pentru crearea hărții în care au fost extrase cuvintele cheie am folosit baza de date de pe platforma Web of Science, apoi am selectat numărul minim de apariții al unui cuvânt cheie maxim 5 menționări, iar din 1214 cuvinte am ajuns la un număr de 179 cuvinte, mai apoi selectând Density Visualization. Aceeași pași au fost urmați și pentru harta de tipul Network Visualization cu universitățile care au redactat publicațiile privind tema abordată.

Figura 2 conturează tabloul cuvintelor cheie frecventate cel mai des, extrase din articolele care conțin topicul creșterii economice, a consumului de energie regenerabilă și a amprentei ecologice din perioada 2000-2024. Dintr-un total de 1214 cuvinte cheie au fost extrase 179 de cuvinte cu minimul de 5 menționări.

Potrivit soft-ului VOSviewer versiunea 1.6.20 cuvintele cheie cel mai des utilizate din articolele publicate în baza de date Web of Science au fost: “energie regenerabilă”, “creștere economică”, “emisii co2”, “impact”, “consum”. (<https://www.vosviewer.com/download>)

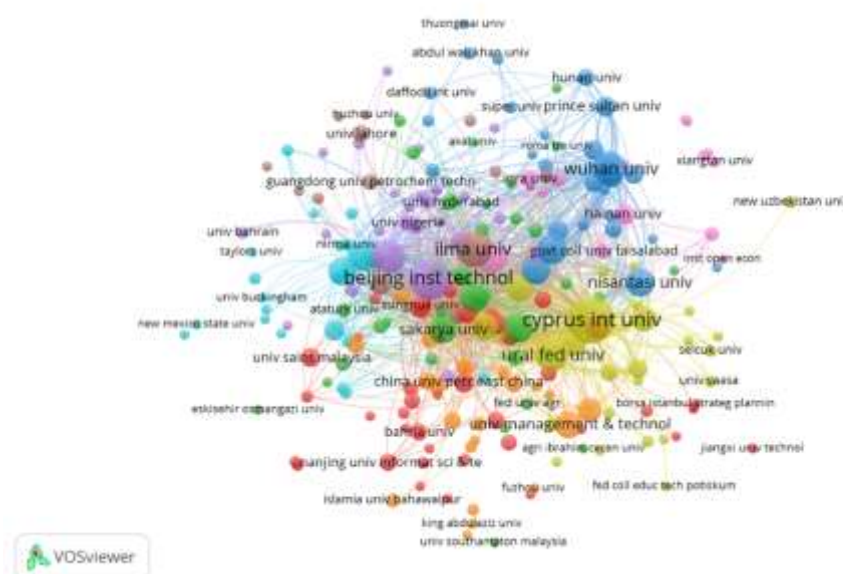


Figura 3 Universitățile care au stat la baza articolelor publicate despre creșterea economică, consumul de energie regenerabilă și amprenta ecologică din perioada 2000-2024

Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul soft-ului VOSviewer a datelor de pe platforma Web of Science, prelucrate

Universitățile cu cele mai multe articole au fost: Cyprus International University 43 documente, Ilma University Pakistan 25 documente, Wuhan University 21 documente.

Interesul mai mare al Chinei în comparație cu celelalte țări se poate datora schimbărilor climatice și problemelor de mediu cu care se confruntă, precum și poluarea aerului și calitatea scăzută a apei, mai mult de atât China este una din cele mai mari economii din lume de aici și interesul mai mare acordat acestor teme.

2. Metodologia de cercetare

Această cercetare are ca scop analizarea efectelor creșterii economice (CE), consumului de energie regenerabilă (ER), a amprentei ecologice (AE), explorarea rolului reglementărilor de mediu (RM) și a democrației (DEM) în dezvoltarea durabilă.

Studiul analizează o perioadă de 18 ani, din anul 2004 până în anul 2022, pentru cele 27 state membre ale Uniunii Europene, la nivelul democrației sunt incluse și date despre Europa.

În vederea elaborării bazei de date am utilizat și extras următorii indicatori: pentru creșterea economică (CE) am utilizat Real GDP per capita (PIB real pe cap de locuitor), în cazul energiei regenerabile am folosit indicatorul Share of renewable energy in gross final consumption by sector (Ponderea energiei regenerabile în consumul final brut pe sector), pentru amprenta ecologică (AE) am utilizat Material footprint (Amprenta materială), Share of environmental taxes in total tax revenues (Ponderea taxelor de mediu în veniturile fiscale totale) pentru rolul reglementărilor de mediu (RM), iar pentru democrație (DEM) am utilizat Global State of Democracy Indices – Rights. Datele au fost colectate de pe următoarele surse: Oficiul pentru Statistică al Uniunii Europene, Eurostat, platforma Statista și de pe International Institute for Democracy and Electoral Assistance (IDEA).

Valorile indicatorilor au fost prelucrate în format Excel, cu date cât mai recente 2004-2022 și cu existența a 18 observații.

Având în vedere variabilele care urmează a fi analizate a fost construit următorul model de regresie liniară multiplă:

$$AE = \beta_0 + \beta_1 CE + \beta_2 DEM + \beta_3 ER + \beta_4 RM + \varepsilon \quad (1)$$

Unde:

AE – amprenta ecologică este variabila dependentă;

β_0 – este termenul de interceptare;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ - sunt coeficienții de regresie și reprezintă influența fiecărei variabile independente asupra variabilei dependente;

ε – eroarea de semnificație (specificație), reprezintă influența factorilor neincluși în model asupra variabile dependente.

Amprenta ecologică a fost aleasă drept variabila dependentă, deoarece este influențată în mod direct de toate celelalte variabile independente.

3. Rezultatele obținute și interpretarea acestora

Evaluarea datelor și modelarea econometrică s-a realizat cu ajutorul programului Eviews 12 Student Version Lite . (<https://www.eviews.com/download/student12/>)

Tabelul 1. Metoda Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	56.50757	19.69707	2.868831	0.0124
CE	0.000418	0.000184	2.276622	0.0390
DEM	-29.09633	22.93572	-1.268603	0.2253
ER	-0.709740	0.057407	-12.36328	0.0000
RM	-3.177700	0.579184	-5.486609	0.0001
R-squared	0.935265	Mean dependent var		15.59079
Adjusted R-squared	0.916769	S.D. dependent var		1.642731
S.E. of regression	0.473923	Akaike info criterion		1.565391
Sum squared resid	3.144444	Schwarz criterion		1.813927
Log likelihood	-9.871214	Hannan-Quinn criter.		1.607453
F-statistic	50.56669	Durbin-Watson stat		2.076677
Prob(F-statistic)	0.000000			

Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

R-squared (R^2) are valoarea de 0.93, ceea ce arată că modelul este capabil să explice 93% din variația datelor fiind foarte apropiat de valoarea de 1, de unde rezultă faptul că modelul este bun, iar variabilele independente folosite sunt semnificative în explicarea variabilității variabilei dependente, indică o influență puternică a variabilelor exogene asupra variabilelor endogene.

Probabilitatea (F-statistic) este de 0.00, ceea ce indică faptul că modelul este valid, probabilitatea testului fiind sub 0.05. Cel puțin una din variabilele independente este semnificativă în explicarea variabilei dependente.

Testul Durbin-Watson indică corelația între erorile modelului, valoarea de 2.07 este aproape de valoarea ideală de 2 ceea ce înseamnă că există autocorelație pozitivă între reziduurile modelului.

Probabilitatea testului t-Statistic este mai mică decât 0.05 pentru toate variabilele mai puțin pentru democrație, restul variabilelor introduse în model CE, ER și RM sunt bine alese și produc efecte asupra variabilei endogene.

Tablelul 2. Testul VIF (Variance Inflation Factors)

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	387.9746	32820.19	NA
CE	3.38E-08	1924.954	5.745259
DEM	526.0472	22969.86	1.996964
ER	0.003296	77.63469	4.421093
RM	0.335454	1056.627	3.802827

Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

Valorile VIF sunt sub valoarea de 10, de unde rezultă faptul că nu există o problemă gravă de coliniaritate.

CE are VIF-ul de 5.745, ER de 4.421, RM de 3.802 aceste valori arată o coliniaritate moderată între variabilele independente ale modelului. În cazul democrației (DEM) este o valoare relativ mică de 1.99 și indică o coliniaritate scăzută, fiind un lucru pozitiv și anume sugerează faptul că variabila nu contribuie semnificativ la coliniaritate modelului.

Tablelul 3. Descriptive statistics

Mean	15.59079	25923.68	0.718421	16.20547	6.091053
Median	14.88400	25510.00	0.720000	16.65900	6.200000
Maximum	18.74400	28950.00	0.730000	23.03600	6.710000
Minimum	13.92200	23710.00	0.710000	9.605000	5.020000
Std. Dev.	1.842731	1457.239	0.006882	4.091394	0.376104
Skewness	0.801794	0.538005	0.194964	-0.024360	-1.171846
Kurtosis	2.110704	2.346171	2.199588	1.963042	4.853516

Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

Statisticile descriptive pot oferi o imagine generală a distribuției datelor utilizate în regresia liniară multiplă.

Tabelul 4. Correlation Matrix

	AE	CE	ER	DEM	RM
AE	1	-0.4555217...	-0.7802832...	0.36982986...	0.31601803...
CE	-0.4555217...	1	0.86228440...	-0.6934576...	-0.8427364...
ER	-0.7802832...	0.86228440...	1	-0.6598777...	-0.8068216...
DEM	0.36982986...	-0.6934576...	-0.6598777...	1	0.57371927...
RM	0.31601803...	-0.8427364...	-0.8068216...	0.57371927...	1

Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

Cele mai substanțiale corelații sunt între CE și RM (-0.84) și ER și RM (-0.80), indicând o corelație negativă puternică între aceste variabile.

De asemenea, se observă o corelație negativă moderată pentru: CE și DEM (-0.69) și pentru ER și DEM (-0.65). În schimb, Ce și ER (0.86) prezintă o corelație pozitivă puternică și apropiată de valoarea ideală de 1. DEM și RM (0.57) prezintă o corelație pozitiv moderată.

Tabelul 5. Correlogram of AE

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.823	0.823	15.010	0.000	
2	0.642	-0.110	24.669	0.000	
3	0.466	-0.092	30.081	0.000	
4	0.229	-0.313	31.477	0.000	
5	0.004	-0.158	31.478	0.000	
6	-0.141	0.046	32.088	0.000	
7	-0.207	0.142	33.510	0.000	
8	-0.306	-0.236	36.897	0.000	
9	-0.332	-0.004	41.292	0.000	
10	-0.291	0.026	45.045	0.000	
11	-0.284	-0.102	49.079	0.000	
12	-0.272	-0.066	53.308	0.000	

Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

Corelograma indică trendul și sezonabilitatea evoluției datelor. În cazul de față corelograma înregistrează sezonabilitate, coloanele indicate de corelogramă depășesc liniile punctate din partea dreaptă. Nu se observă prezența autocorelării valorilor.

Tabelul 6. Granger Causality Tests – Testarea cauzalității dintre variabile

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
CE does not Granger Cause AE	17	0.79658	0.4737
AE does not Granger Cause CE		1.14287	0.3513
DEM does not Granger Cause AE	17	0.31588	0.7352
AE does not Granger Cause DEM		0.50921	0.5134
ER does not Granger Cause AE	17	0.38682	0.6797
AE does not Granger Cause ER		2.26736	0.1481
RM does not Granger Cause AE	17	4.42929	0.0363
AE does not Granger Cause RM		1.04230	0.3825
DEM does not Granger Cause CE	17	1.96785	0.1823
CE does not Granger Cause DEM		5.25283	0.0230
ER does not Granger Cause CE	17	2.38471	0.1362
CE does not Granger Cause ER		4.21511	0.0411
RM does not Granger Cause CE	17	0.30201	0.7448
CE does not Granger Cause RM		3.34831	0.0699
ER does not Granger Cause DEM	17	2.22733	0.1504
DEM does not Granger Cause ER		0.10092	0.9048
RM does not Granger Cause DEM	17	0.81464	0.4269
DEM does not Granger Cause RM		2.65718	0.1106
RM does not Granger Cause ER	17	0.82751	0.4806
ER does not Granger Cause RM		2.68136	0.1090

Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

Probabilitatea aferentă lui F-Statistic depășește nivelul de semnificație de 0.05 în majoritatea cazurilor: CE-AE 0.47, AE-CE 0.35, DEM-AE 0.73, AE-DEM 0.61, ER-AE 0.67, AE-RM 0.14, RM-CE 0.74, CE-ER 0.06, ER-DEM 0.15, DEM-ER 0.90, RM-DEM 0.42, DEM-RM 0.11, RM-ER 0.46 și ER-RM 0.10. Nu există o relație cauzală între variabile, adică prima variabilă nu menționează a doua variabilă.

Observăm că atât în cazul DEM-CE 0.18, CE-DEM 0.02 cât și în cazul ER-CE 0.13, CE-ER 0.04, p-value este mai mare decât 0.05 în primul caz, iar în cel de al doilea caz este mai mic decât 0.05. Acest lucru denotă faptul că pentru CE-DEM și CE-ER există o relație cauzală, adică prima variabilă o influențează pe cea de a doua, iar între DEM-CE și ER-CE nu există o relație cauzală adică prima variabilă nu o influențează pe cea de a doua.

Totodată, RM-AE 0.03 < 0.05, deci avem o relație cauzală, iar pentru AE-RM 0.38 > 0.05 nu există o relație cauzală.

Identificarea parametrilor modelului

Estimation Equation:

$$AE = C(1) + C(2)*CE + C(3)*DEM + C(4)*ER + C(5)*RM$$

Substituted Coefficient:

$$AE = 56.5075674115 + 0.000418298644757*CE - 29.0963314164*DEM - 0.709739695241 - 3.17769950174*RM$$

Tabelul 7. Stabilirea intervalului de încredere

Variable	Coefficient	90% CI		95% CI		99% CI	
		Low	High	Low	High	Low	High
C	56.50757	21.81492	91.20022	14.26155	98.75358	-2.127512	115.1426
CE	0.000418	9.47E-05	0.000742	2.42E-05	0.000812	-0.000129	0.000965
DEM	-29.09633	-69.49325	11.30058	-78.28856	20.09589	-97.37236	39.17970
ER	-0.709740	-0.810851	-0.608628	-0.832866	-0.586614	-0.880631	-0.538848
RM	-3.177700	-4.197823	-2.157576	-4.419926	-1.935473	-4.901840	-1.453559

Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

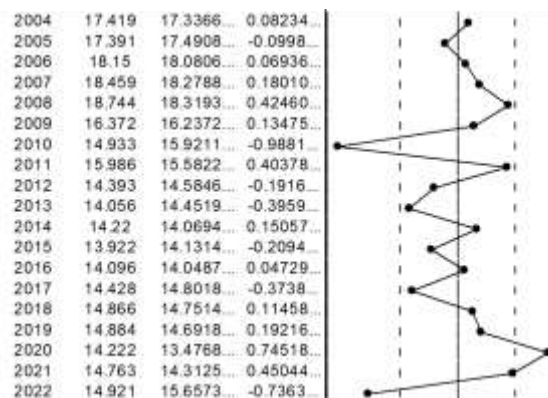
Valoarea parametrului real „a” se găsește în intervalul:

a ∈ [21.81492; 91.20022] cu o probabilitate de 90%;

a ∈ [14.26155; 98.75358] cu o probabilitate de 95%;

a ∈ [-2.127512; 115.1426] cu o probabilitate de 99%.

Tabelul 8. Testarea validității modelului (analiza reziduurilor)



Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

Se înregistrează o depășire majoră în anul 2010, urmată de alte depășiri, de această data moderate în anii 2020 și 2022. Depășirea limitelor indică o posibilă nerespectare a presupunerilor modelului regresiei.

Graficul prezintă o distribuție neuniformă și cu o tendință crescătoare a reziduurilor în timp.

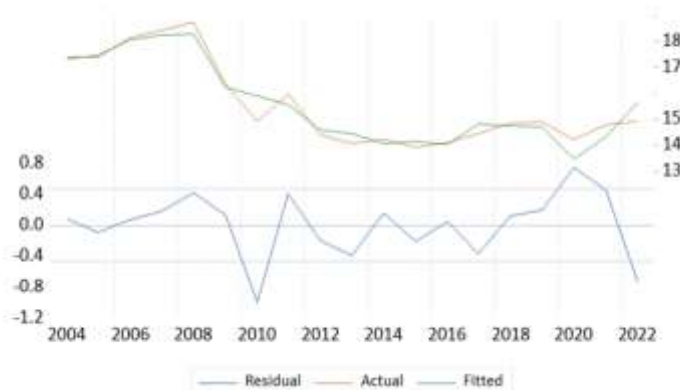


Figura 4. Residual Graph

Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

Pe baza graficului putem observa faptul că reziduurile nu par să prezinte o tendință clară ascendentă sau descendentă, acest lucru sugerează că modelul surprinde relația generală dintre variabila dependentă și variabilele independente.

Poate exista o anumită heteroscedacitate care se datorează faptului că răspândirea reziduurilor pare a fi mai mare pentru valorile ajustate mai mari. Cu toate acestea, distribuția reziduurilor pare aproximativ simetrică, ceea ce este o caracteristică a unei distribuții normale. Graficul rezidual nu oferă dovezi clare de autocorelare.

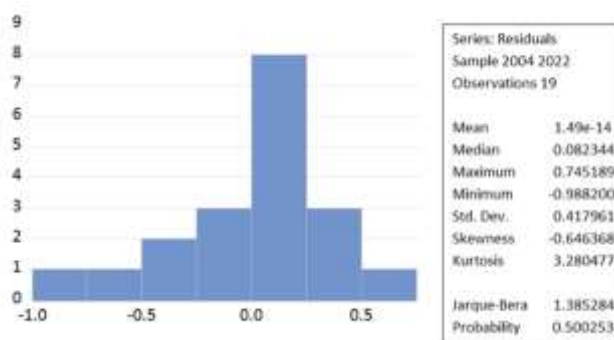
Tabelul 9. Testarea heteroscedasticității reziduurilor

Heteroskedasticity Test: White			
Null hypothesis: Homoskedasticity			
F-statistic	0.870898	Prob. F(12,6)	0.6068
Obs*R-squared	12.07024	Prob. Chi-Square(12)	0.4401
Scaled explained SS	7.472405	Prob. Chi-Square(12)	0.8249

Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

Probabilitatea lui F-Statistic de 0.60 este > 0.05, prin urmare apare caracterul homoscedastic al reziduurilor, deci din perspectiva Testului White modelul este valid.

Tabelul 10. Testarea normalității reziduurilor



Sursa: Prelucrare proprie cu ajutorul Eviews 12 Student Version Lite

Valoarea negativă Skewness de $-0.64 < 0$ indică o asimetrie negativă în distribuția datelor, coada distribuției este mai lungă în partea stângă, iar majoritatea datelor sunt concentrate în partea dreaptă.

Kurtosis depășește valoarea referință de $3 < 3.28$, de unde rezultă faptul că distribuția este leptokurtică. Distribuțiile leptokurtice pot avea cozi mai grele și mai groase decât pentru o distribuție normală standardizată, există o concentrare mai mare de date în jurul mediei cu o probabilitate mai mare de apariție a valorilor extreme.

Concluzii

În concluzie, conform analizei bibliometrice interesul față de subiectele abordate este în continuă creștere, fiind o problemă actuală și îngrijorătoare.

Modelul econometric de regresie liniară multiplă este valid conform testelor aplicate regresiei, însă se pot face ajustări în locurile în care modelul nu oferă o imagine clară asupra funcționalității și a relației dintre variabile cum este în cazul Testării cauzalității dintre variabile (Tabel nr. 6), dar și în cazul Testării validității modelului, analiza reziduurilor (Tabel nr. 8). De aici putem deduce faptul că modelul are potențialul necesar și poate fi folosit, dar necesită mici ajustări și introducerea unor date și mai clare astfel încât să avem o abordare cât mai veridică și clară asupra prototipului investigat.

Referințe bibliografice

References

1. Angela Repanovici, Liliana Rogozea, 2012. Momente istorice considerabile în dezvoltarea scientometriei.
2. Anton Ninkov, Jason R. Frank, Lauren A. Maggio, 2022. Bibliometrics: Methods for studying academic publishing.
3. Eurostat, Oficiul pentru Statistică al Uniunii Europene, 2023, disponibil online la <https://ec.europa.eu/eurostat>
4. Eurostat, 2024, Material footprint, disponibil la https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_pc020/default/table?lang=en (accesat la data de 27.03.2024)
5. Eurostat, 2024, Real GDP per capita, disponibil la https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_08_10/default/table?lang=en (accesat la data de 26.03.2024)
6. Eurostat, 2024, Share of environmental taxes in total tax revenues, disponibil la https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_17_50/default/table?lang=en (accesat la data de 27.03.2024)
7. Eurostat, 2024, Share of renewable energy in gross final energy consumption by sector, disponibil la https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_40/default/table?lang=en (accesat la data de 21.03.2024)
8. International Institute for Democracy and Electoral Assistance (IDEA), 2024, disponibil online la <https://www.idea.int/democracytracker/g sod -indices> (accesat la data de 29.03.2024)