

Impactul creșterii emisiilor asupra mecanismelor de finanțare climatică și al dezvoltării durabile în România

The impact of rising emissions on climate finance mechanisms and sustainable development in Romania

Ana-Maria Pîrvu¹

¹ Academy of Economic Studies, Faculty of Agri-Food and Environmental Economics, Bucharest, Romania;
pirvuana22@stud.ase.ro

Rezumat: Lucrarea analizează relația dintre creșterea emisiilor și performanța mecanismelor de finanțare climatică, evaluând măsura în care acestea sprijină sau limitează progresul spre o dezvoltare durabilă reală. Sunt investigate sursele de emisii majore, evoluțiile politicilor publice, gradul de absorbție al fondurilor verzi, precum și coerența dintre prioritățile climatice și investițiile realizate în domenii-cheie precum energie, transport, agricultură. Rezultatele sugerează că, în ciuda existenței unor mecanisme de finanțare funcționale, lipsa unei planificări integrate și a capacității administrative limitează impactul real al acestor fonduri. Studiul evidențiază necesitatea unui cadru mai coerent și predictibil pentru finanțarea climatică, precum și a unui control mai eficient asupra emisiilor, ca precondiții esențiale pentru realizarea unui model de dezvoltare durabilă adaptat realităților socio-economice ale României.

Cuvinte cheie: finanțare climatică; dezvoltare durabilă; emisii de gaze

Abstract: The paper analyses the relationship between the increase in emissions and the performance of climate finance mechanisms, assessing the extent to which they support or limit progress towards real sustainable development. The major emission sources, public policy developments, the absorption rate of green funds, as well as the coherence between climate priorities and investments made in key areas such as energy, transport, agriculture are investigated. The results suggest that, despite the existence of functional financing mechanisms, the lack of integrated planning and administrative capacity limits the real impact of these funds. The study highlights the need for a more coherent and predictable framework for climate finance, as well as more efficient control over emissions, as essential preconditions for achieving a sustainable development model adapted to the socio-economic realities of Romania.

Keywords: climate finance; sustainable development; gas emissions

Clasificare JEL: Q2

Clasificare REL: 15D

Introducere

În ultimele decenii, intensificarea activităților economice și urbanizarea accelerată au determinat o creștere semnificativă a emisiilor de gaze cu efect de seră, cu impact direct asupra echilibrului climatic global. România, ca stat membru al Uniunii Europene și semnatar

al Acordului de la Paris, s-a angajat să reducă aceste emisii și să contribuie activ la tranziția către o economie cu emisii scăzute de carbon. Cu toate acestea, datele recente arată că progresul înregistrat este inegal, iar politicile de reducere a emisiilor se confruntă cu provocări multiple, inclusiv din perspectiva finanțării (Apetrei Kalveram et al., 2024).

Finanțarea climatică reprezintă un instrument esențial în realizarea obiectivelor de mediu și în susținerea dezvoltării durabile. Mecanisme precum Planul Național de Redresare și Reziliență, Fondul pentru Modernizare sau alocările din bugetul UE pentru tranziția verde au potențialul de a transforma infrastructura energetică, transporturile, agricultura și alte domenii-cheie. Totuși, eficiența acestor fonduri este strâns legată de capacitatea instituțională de absorbție, de coerența strategiilor naționale și de nivelul real de reducere a emisiilor.

1. Metodologia cercetării și rezultatele acesteia

Econometria reprezintă o disciplină a științelor economice care integrează teoria economică, metodele matematice și tehnicile statistice în vederea analizei datelor economice, testării ipotezelor și formulării de previziuni (Régis, 2015).

În cadrul acestei lucrări, utilizarea unui model econometric urmărește investigarea relației dintre creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră, generate de expansiunea economică, și nivelul finanțării climatice dedicate dezvoltării durabile. Modelul permite cuantificarea impactului pe care un set de variabile independente, respectiv PIB-ul pe cap de locuitor, densitatea populației, consumul de energie regenerabilă (procent din consumul final de energie), ponderea populației urbane în totalul populației, precum și valoarea sprijinului financiar destinat atenuării schimbărilor climatice ce îl exercită asupra variabilei dependente: emisiile de CO₂ pe cap de locuitor.

Pentru construcția modelului, au fost selectate serii de date aferente perioadei 2006–2023, obținute din sursele oficiale Eurostat (pentru variabilele economice și demografice) și OECD (pentru indicatorii privind finanțarea climatică). După procesarea bazei de date, analiza econometrică a fost realizată cu ajutorul programului EViews, instrument specializat în estimarea modelelor cantitative.

1.1. Aplicarea modelului econometric și rezultatele acestuia

Tabelul 1. Totalul emisiilor de gaze cu efect de seră și emisiilor de gaze rezultate din energie între anii 2006 – 2023 și variabilele independente

Anul	Emisiile de CO ₂ pe cap de locuitor	PIB pe cap de locuitor	Densitatea populației	Consumul de energie regenerabilă	Populația urbană	Valoarea ajutorului pentru atenuarea schimbărilor climatice
2006	5.8	6200	94.9	19.1	56.83	21.985
2007	5.9	6740	95.3	19.8	56.87	28.773
2008	5.8	7500	95.8	20.2	56.80	24.406
2009	5	7140	95.2	22.2	56.70	28.212
2010	4.5	6900	93	22.8	56.70	46.269
2011	4.8	7250	93	21.7	56.65	32.195
2012	4.6	7420	87.1	22.8	56.61	26.462
2013	4	7470	86.9	23.9	56.51	41.329
2014	3.5	7800	86.6	24.8	56.49	64.842
2015	3.5	8090	86.1	24.8	56.45	25.051
2016	3.3	8370	85.6	25	56.42	39.741
2017	3.6	9100	85.2	24.5	56.34	36.689
2018	3.7	9720	83.1	23.9	56.37	52.802
2019	3.6	10140	82.7	24.3	56.42	60.271
2020	3.2	9820	82.7	24.5	56.44	66.475
2021	3.5	10450	82.2	24.7	56.34	72.271
2022	3.3	10910	81.3	24.9	56.29	77.987
2023	3.2	11170	81.1	25.2	56.12	74.674

Sursa: Conceptualizare proprie, în urma prelucrării datelor preluate de pe Eurostat și OECD

În tabelul de mai sus am selectat date într-un interval de 17 ani pentru a putea avea o viziune cât mai clară asupra rezultatelor. Am ales pentru această lucrare să analizez următoarele variabile: independente PIB pe cap de locuitor, densitatea populației, consumul de energie regenerabilă (% din consumul final de energie totală), populația urbană (% din populația totală) și valoarea ajutorului pentru atenuarea schimbărilor climatice în raport cu variabilele dependente emisiile de CO₂ pe cap de locuitor.

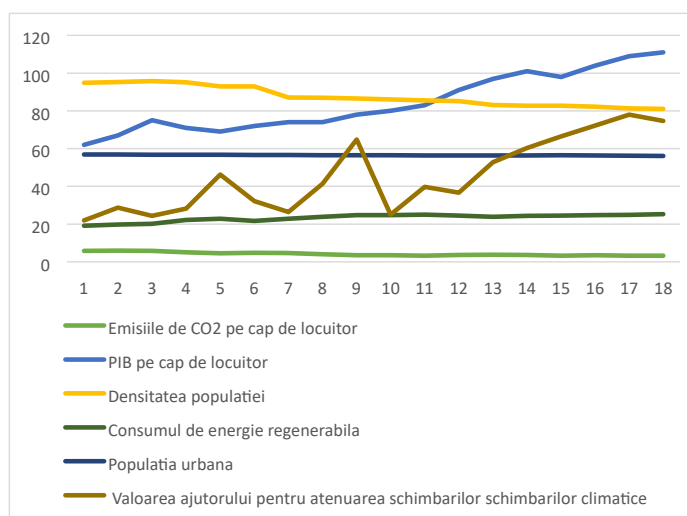


Figura 1. Analiza evoluției datelor

Sursa: Conceptualizare proprie, din baza de date prelucrată în urma colectării datelor în Excel

În figura numărul 6 este reprezentarea grafică a variabilelor modelului. În acest grafic se remarcă faptul că PIB-ul pe cap de locuitor are o tendință clar ascendentă ceea ce indică o creștere economică pe parcursul perioadei analizate. Valoarea ajutorului pentru schimbările climatice fluctuează destul de mult, cu un vârf brusc în anul 9 și o creștere constantă din anul 11 încolo, sugerând o implicare crescută în politicile de mediu în a doua parte a perioadei analizate. Densitatea populației este relativ constantă, cu o ușoară scădere la final. Acest lucru reflectă stagnarea sau ușoara scădere a populației în anumite zone. Populația urbană se menține constantă, ceea ce înseamnă că urbanizarea nu s-a accelerat semnificativ în perioada analizată. Consumul de energie regenerabilă are o tendință lent crescătoare, ceea ce indică o tranziție treptată spre surse de energie verde. Emisiile de CO₂ pe cap de locuitor sunt aproape constante, înregistrându-se o ușoară scădere, ceea ce este un semn pozitiv în contextul preocupărilor pentru mediu.

Dependent Variable: EMISIILE_DE_CO2_PE_CAP_DE_LOCUIITOR
 Method: Least Squares
 Date: 03/21/25 Time: 17:42
 Sample: 2006 2023
 Included observations: 18

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_PE_CAP_DE_LOCUIITOR	7.17E-05	8.41E-05	0.852084	0.4109
DENSITATEA_POPULATIEI	0.045250	0.024777	1.826278	0.0928
CONSUMUL_DE_ENERGIE_REGENERABILA	-0.341885	0.061622	-5.548071	0.0001
POPULATIA_URBANA	0.469776	0.819274	0.573405	0.5770
VALOAREA_AJUTORULUI_PENTRU_ATTENUAREA_SCHIMBARILOR_CLIMATICE_C	-0.003636	0.003920	-0.927471	0.3720
	-18.84253	47.24192	-0.398852	0.6970
R-squared	0.979189	Mean dependent var	4.155556	
Adjusted R-squared	0.970517	S.D. dependent var	0.949441	
S.E. of regression	0.163024	Akaike info criterion	-0.528633	
Sum squared resid	0.318923	Schwarz criterion	-0.231842	
Log likelihood	10.75769	Hannan-Quinn criter.	-0.487709	
F-statistic	112.9213	Durbin-Watson stat	1.942837	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Figura 2: Grafic Scatter

Sursa: Conceptualizare proprie, din baza de date prelucrată în urma colectării datelor în Eviews

Un grafic Scatter sau diagrama de dispersie este un tip de reprezentare vizuală a datelor care arată relația dintre variabila dependentă și variabila independentă, fiecare punct din grafic reprezintă o observație.

Dacă punctele tind să urce spre dreapta, înseamnă că pe măsură ce crește valoarea unei variabile, crește și cealaltă. În cazul de mai sus punctele sunt ascendente pentru populația urbană ceea ce înseamnă că dacă numărul persoanelor din medii urbane crește, atunci crește și numărul emisiilor de gaze cu efect de seră, același lucru se întâmplă și în cazul creșterii densității populației.

Dacă punctele coboară spre dreapta, înseamnă că pe măsură ce una dintre variabile crește, cealaltă scade. Acest lucru se remarcă pentru variabilele independente PIB pe cap de locuitor, consumul de energie regenerabilă și valoarea ajutorului pentru atenuarea schimbărilor climatice. Acest lucru indică faptul că variabilele alese nu influențează creșterea emisiilor de gaze pe termen lung.

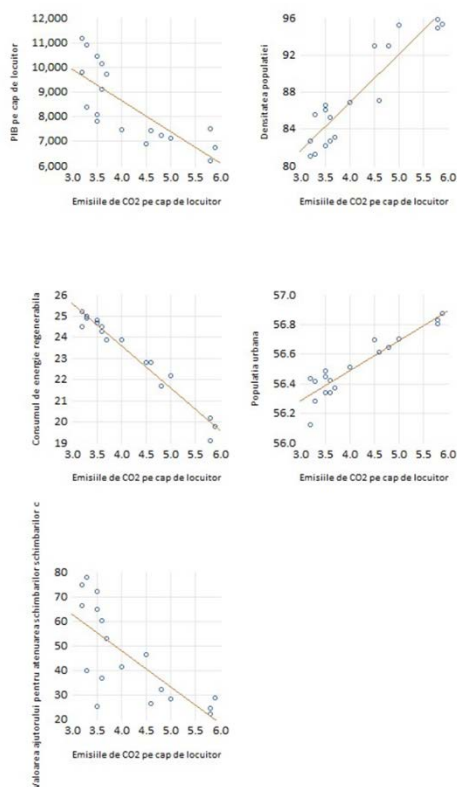


Figura 3: Aplicarea modelului liniar al regresiei simple

Sursa: Conceptualizare proprie, din baza de date prelucrată în urma colectării datelor în Eviews

În figura de mai sus se poate observa faptul că Probabilitatea lui F-statistic este 0.00 ceea ce indică faptul că modelul este semnificativ per ansamblu deoarece valoarea probabilității este mult sub 0.05. Acest lucru indică faptul că cel puțin una dintre variabilele independente alese influențează semnificativ variabila dependentă, anume emisiile de dioxid de carbon.

R-squared (R^2), coeficientul de determinație indică o influență puternică a variabilei independente/exogene asupra variabilei dependente/endogene deoarece acesta este aproape de valoarea 1. Astfel că aproximativ 97.9% din variația emisiilor de CO₂ per capita este explicată de variabilele independente incluse în model.

1.2 Constatări ale modelului econometric

Modelul econometric realizat evidențiază o serie de relații semnificative între emisiile de CO₂ per capita și indicatorii socio-economici analizați. PIB-ul per locuitor se corelează pozitiv cu nivelul emisiilor, sugerând că economiile mai dezvoltate tind să înregistreze emisii mai ridicate, cel mai probabil ca urmare a unei activități industriale și a unui consum energetic mai intens. Pe de altă parte, densitatea populației și procentul populației urbane reflectă un impact mai nuanțat, indicând că factori precum concentrarea geografică a populației și urbanizarea pot influența în mod indirect nivelul emisiilor.

Un rezultat important este relația inversă între valoarea ajutorului financiar pentru combaterea schimbărilor climatice și emisiile de CO₂, ceea ce poate sugera că investițiile în politici de atenuare contribuie eficient la reducerea poluării (Pătărlăgeanu et al., 2020). Acest aspect subliniază importanța sprijinului guvernamental și internațional în tranziția către un model de dezvoltare sustenabil.

În ansamblu, modelul evidențiază faptul că reducerea emisiilor de CO₂ nu poate fi privită izolat, ci trebuie corelată cu politicile economice, urbanistice și de mediu, într-un cadru coerent și integrat (Pătărlăgeanu et al., 2022).

2.0 Previziuni și direcții de evoluție

După 1990, România a cunoscut o scădere semnificativă a emisiilor de CO₂, ca urmare a restructurării economiei post-comuniste, în special a închiderii unor mari unități industriale. Începând cu anii 2000, însă, emisiile s-au stabilizat, iar în unele sectoare precum transportul ce au înregistrat creșteri, pe fondul dezvoltării economice și al creșterii consumului de energie.

În contextul global actual marcat de accelerarea schimbărilor climatice, statele membre ale Uniunii Europene, inclusiv România, sunt supuse unor presiuni crescânde de a adopta politici sustenabile și de reducere a emisiilor de gaze, în special dioxidul de carbon. România, ca parte a

angajamentelor asumate prin Acordul de la Paris și al Pactului Verde European, și-a fixat obiective ambițioase pentru tranziția către o economie cu emisii reduse de carbon.

Neutralitatea climatică implică un echilibru între emisiile de gaze cu efect de seră generate și capacitatea sistemelor naturale sau tehnologice de a le absorbi. Acest obiectiv nu presupune eliminarea completă a tuturor emisiilor, ci reducerea lor la un nivel minim, urmată de compensarea diferenței prin măsuri de captare a carbonului. Pentru România, atingerea acestui deziderat implică o transformare structurală profundă a economiei, a infrastructurii și a modelului de dezvoltare (Popović et al., 2025).

De asemenea, investițiile joacă un rol extrem de important în ceea ce privește infrastructura verde, eficiența energetică, energii regenerabile și tehnologii curate sunt esențiale pentru menținerea tendinței descendente a emisiilor. Investițiile de mediu reduc emisiile de carbon nu doar prin eliminarea surselor poluante, ci și prin modernizarea economiei, transformarea stilului de viață și încurajarea unui model de creștere sustenabil. Aceste investiții sunt esențiale pentru ca România să își îndeplinească angajamentele climatice și să asigure o tranziție justă către o societate cu emisii scăzute de carbon.

În ceea ce privesc proiecțiile privind evoluția emisiilor de carbon în contextul investițiilor și al dezvoltării economice, scenariile oficiale elaborate în cadrul Strategiei pe termen lung indică trei traiectorii posibile:

a. Scenariul de referință (fără investiții suplimentare)

Acest scenariu presupune menținerea politicilor actuale fără implementarea accelerată a noilor investiții de mediu. În acest caz, se estimează că România nu va atinge ținta de reducere a emisiilor cu 55% până în 2030, iar în 2050 ar putea înregistra o reducere de doar 70% față de nivelul din 1990.

b. Scenariul mediu (investiții parțiale și reforme moderate)

Prin implementarea parțială a măsurilor prevăzute în PNIESC și PNRR, România ar putea reduce emisiile cu aproximativ până la 75% până în 2030 și cu peste 90% până în 2045. Această traiectorie presupune o evoluție lentă a investițiilor, dar și îmbunătățiri semnificative în infrastructura energetică și industrială.

c. Scenariul "România neutră în 2050" (investiții ample și politici climatice ambițioase)

În ceea ce privește scenariul România Neutră, ce reprezintă un plan strategic de reducere a emisiilor de gaze din România. Scopul acestuia este de diminuare a emisiilor nete cu aproximativ 75% până în anul 2030 și emisiile de carbon fără a avea în vedere schimbările în utilizarea terenurilor agricole și domeniul de silvicultură (LULUCF) cu aproximativ 64% față de nivelul anului 1990.

2.1 Previziunea și estimarea pentru perioada următoare conform regresiei multiple

În urma analizei datelor și al reprezentării regresiei multiple, am realizat estimarea următoarei perioade pentru a putea estima dacă în cazul setului de date analizat trendul rămâne descrescător sau se previzionează o posibilă creștere.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5$$

Conform formulei generale al regresiei liniare multiple, modelul econometric al variabilei dependente se poate scrie astfel:

Emisiile de CO₂ per cap de locuitor

$$\begin{aligned} &= -18.84 + (7.17 \times 10^{-5}) \times \text{PIB} + 0.04 \times \text{Densitatea populației} \\ &- 0.34 \times \text{Consumul de energie regenerabilă} + 0.46 \times \text{Poplația urbană} \\ &- 0.003 \times \text{Valoarea ajutorului pentru atenuarea schimbărilor climatice} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= -18.84 + (7.17 \times 10^{-5}) \times 11170 + 0.04 \times 81.1 - 0.34 \times 25.2 + 0.46 \times 56.12 \\ &- 0.003 \times 74.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= -18.84 + 0.80 + 3.67 - 8.61 + 26.34 - 0.27 \\ y &= 3.09 \text{ tone/capita} \end{aligned}$$

Valorile prognozate ale emisiilor de dioxid de carbon per capita reprezintă indicatori esențiali în evaluarea performanței climatice a unui stat și a eficienței politicilor de mediu implementate. Conform datelor analizate, se estimează că în anul 2024 nivelul emisiilor de carbon pe cap de locuitor ce este notat cu y va atinge valoarea de 3,09 tone/capita, marcând o scădere de 0,11 tone/capita în comparație cu nivelul înregistrat în anul anterior, 2023, atunci când emisiile au fost de 3,20 tone/capita.

Această reducere, deși aparent modestă în termeni cantitativi, poate fi interpretată ca fiind rezultatul cumulativ al mai multor factori. În primul rând, scăderea poate reflecta efectele pozitive ale măsurilor de decarbonizare puse în aplicare în sectoare cheie precum producția de energie, transportul, industria grea și gestionarea deșeurilor. Creșterea ponderii energiilor regenerabile în mixul energetic național, alături de îmbunătățirea eficienței energetice în clădiri și infrastructuri, sunt factori ce contribuie în mod direct la reducerea emisiilor pe locuitor.

În al doilea rând, scăderea emisiilor per capita poate fi rezultatul unei stagnări sau reduceri a consumului de resurse cu amprentă de carbon ridicată, fapt ce poate avea origini fie în evoluții structurale ale economiei precum o tranziție de la industrii ce consumă cantități foarte mari de energie și de dioxid de carbon către sectoare mai puțin poluante, fie în schimbări comportamentale ale populației prin reducerea mobilității monitorizate sau prin eficiența în consumul domestic.

Pentru anul 2023, emisiile de CO₂ per capita în România au fost estimate la aproximativ 3,2 tone/capita, semnificativ mai scăzute decât media UE, care depășește 5 tone/capita. Această valoare reflectă atât nivelul relativ mai scăzut de industrializare al economiei românești, cât și o creștere a ponderii surselor de energie cu emisii reduse. Pentru anul 2024, previziunile indică o scădere a emisiilor de 0,11 tone/capita, marcând un progres în continuarea traiectoriei descendente a intensității emisiilor. Astfel că valoarea previzionată de 3,09 tone/capita pentru anul 2024 constituie un reper relevant în evaluarea traiectoriei de decarbonizare a României.

Concluzii

Rezultatele cercetării confirmă relevanța integrării unei abordări multidisciplinare în analiza fenomenelor climatice și a dezvoltării durabile, prin îmbinarea metodelor cantitative, calitative, studiul a evidențiat o serie de factori determinanți care influențează semnificativ emisiile de gaze cu efect de seră și, implicit, direcția și ritmul procesului de dezvoltare durabilă în România. Conform modelului econometric aplicat, densitatea populației și proporția populației urbane sunt corelate pozitiv cu nivelul emisiilor, ceea ce sugerează că presiunea urbanizării și aglomerării teritoriale amplifică impactul asupra mediului. Aceste rezultate sunt susținute și de literatura de specialitate, care indică faptul că extinderea zonelor urbane, creșterea mobilității și intensificarea consumului energetic contribuie la accelerarea emisiilor de carbon. Mai mult, lucrarea a pus în evidență necesitatea unei abordări sistemice, în care politicile economice, cele de mediu și cele financiare să nu acționeze separat, ci printr-o abordare integrată. Fără o astfel de corelare, riscul este accelerarea crizei climatice și a producerii mai multor dezastrelor naturale sau al compromiterii progresului economic.

Acknowledgments

Partea din această cercetare a fost realizată în cadrul mobilității Erasmus+ desfășurate de Pîrvu Ana Maria la Institutul de Economie Agrară din Belgrad, Serbia, în perioada 6–12 aprilie 2025.

Referințe bibliografice

References

1. Apetrei Kalveram, A., Pătărlăgeanu, S. R., & Gheorghe, A. F. (2024). Disparities in the EU-27 Regarding Pollution and Generated Waste. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 18(1). <https://doi.org/10.2478/picbe-2024-0127>.
2. Comisia Europeană 2020 . Pactul european verde 2019-2024 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europeangreen-deal_en
3. Comisia Europeană Comisia 2020. Strategia pe termen lung pentru 2050. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-termstrategy_ro
4. Europeană 2020. Finanțarea tranziției către o economie verde: Planul de investiții pentru Pactul ecologic european și Mecanismul pentru o tranziție justă https://ec.europa.eu/regional_policy/ro/newsroom/news/2020/01/14-01-2020financing-the-green-transition-the-european-green-deal-investment-plan-and-justtransition-mechanism
5. EC Munteanu, AF Gheorghe, M Ivanov. Influența interconexiunilor dintre Obiectivele de Dezvoltare Durabilă asupra progreselor țărilor Uniunii Europene în vederea realizării Agendei 2030. Colecția de working papers a Facultății de Economie Agroalimentară și a Mediului.
6. Guvernul României. Strategia pe termen lung a României pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră – România neutră în 2050. Versiunea 1.0 28 aprilie 2023.

-
7. Régis Bourbonnais, 2015. Économétrie. Econometrie-www.economisteici.com—libre
 8. D. Ladiray, 2006. ÉCONOMÉTRIE, PRÉVISION ET ANALYSE DES DONNÉES. <https://www-rocq.inria.fr>.
 9. Eurostat, 2024, Real GDP per capita.
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_08_10/default/table?lang=en
 10. European Environment Agency (2023). Greenhouse gas emissions by country and sector. <https://www.eea.europa.eu>
 11. European Commission (2020). The European Green Deal. Brussels.
 12. Creditor Reporting System. <https://data-explorer.oecd.org>
 13. Pătărlăgeanu, S. R., Rădulescu, C. V., Dinu, M., & Constantin, M. (2020). The Impact of Heavy Work Investment on the Economy and the Individual. *Amfiteatru Economic*, 22(Special Issue No. 14), 1085–1102. <https://doi.org/10.24818/EA/2020/S14/1085>.
 14. Patarlăgeanu, S. R., Dinu, M., Diaconu, A., & Oancea Negescu, M. D. (2022). *Ecological agriculture and its role in sustainable development*. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 16(1). <https://doi.org/10.2478/picbe-2022-0038>.
 15. Popović, V. et al. (2025). *Agri-Food Export Strategies in Free Trade Agreements – the Case Study of Serbia in the Serbia-China FTA*. *Amfiteatru Economic*, 27(69), 351–366. <https://doi.org/10.24818/EA/2025/69/351>.