

IDENTIFICAREA ȘI VIZUALIZAREA TENDINTELOR EMERGENTE ÎN CERCETAREA ȘTIINȚIFICĂ FOLOSIND METODE BIBLIOMETRICE

Prof. dr.ing. Elena HELEREA ¹, Șef lucr. dr.ing. Marius D. CĂLIN ¹,
Drd.ing. Cristian MUȘUROI ¹

¹ Universitatea Transilvania din Brașov,
Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, România

REZUMAT. Pornind de la constatarea că inițierea de noi cercetări implică cunoașterea cercetărilor anterioare ca pas de pornire pentru noi dezvoltări și având la îndemână facilitățile oferite de multiplele motoare de căutare în bazele de date, în acest articol se propune o metodologie de identificare a cercetărilor existente și a tendințelor de abordare a unor subiecte în domeniul tranziției energetice prin aplicarea metodelor bibliometrice. Analiza efectuată arată că activitatea de cercetare relativ la subiectele investigate - Interacțiunea apă-energie-tranziție energetică, Comunități energetice locale, Microsenzori magnetorezistivi - este în creștere, fiind parte esențială în implementarea tranziției energetice.

Cuvinte cheie: tranziția energetică, tendințe în cercetare, analiză bibliometrică, interacțiune apă-energie, comunități energetice locale, microsenzori magnetorezistivi

ABSTRACT. Starting from the finding that the initiation of new research involves the knowledge of previous research as a starting point for new developments and considering the existence of facilities offered by the multiple database search engines, this article proposes a methodology for identifying the existing research documents and trends in some energy transition research subjects by applying bibliometric methods. The carried out analysis, shows that the research activity related to the investigated subjects - Water-energy-energy transition interaction, Local energy communities, Magnetoresistive microsensors - is increasing, being an essential part in the implementation of the energy transition.

Keywords: energy transition, trends in research, bibliometric analysis, water-energy interaction, local energy communities, magnetoresistive microsensors

1. INTRODUCERE

În prezent, preocuparea majoră a cercetătorilor, guvernelor și organismelor internaționale este legată de intensificarea schimbărilor climatice care prin efecte în lanț au consecințe majore, atât asupra societății omenești, cât și asupra întregului ecosistem [1].

Procesul de emisie necontrolată în atmosferă a gazelor cu efect de seră, din care ponderea mare o are bioxidul de carbon (CO₂), determină adâncirea dezechilibrului între absorbția și emisia de radiații infraroșii, care duce la producerea efectului de seră în atmosferă și care generează fenomenul de încălzire globală [2], [3].

Dintre numeroasele modalități propuse pentru reducerea efectelor schimbărilor climatice, soluția acceptată de comunitatea internațională este aceea de reducere a utilizării combustibililor fosili prin tranziția către sisteme energetice cu zero emisii de

carbon. Conceptul de tranziție energetică cuprinde atât acțiunile întreprinse pentru modificarea structurii mixtului energetic în sectorul producției de energie electrică prin utilizarea preponderentă a surselor regenerabile de energie, cât și acțiunile de electrificare a tuturor sectoarelor utilizatorilor finali, în special din industrie, transport și agricultură. Acest concept s-a îmbogățit continuu și este inclus practic în tot spectrul cercetărilor actuale.

În ultimii 30 de ani au avut loc întâlniri istorice ale reprezentanților statelor lumii pentru a dezbate și a lua măsuri de a reduce emisiile poluante și a încălzirii globale.

Relevante sunt: Summit-ul Pământului de la Rio de Janeiro în 1992, Protocolul de la Kyoto în 1997, Acordul de la Paris al Națiunilor Unite în 2015. La Conferința de la Paris a fost inițiat Planul de acțiune pentru limitarea încălzirii globale, având ca obiectiv pe termen lung menținerea creșterii globale a temperaturii medii sub 2°C și continuarea eforturilor

de a atinge o limitare a creșterii temperaturii medii sub 1,5°C.

Obiectivul este atingerea stării de neutralitate climatică în care activitățile umane să nu mai aibă un efect net asupra sistemului climatic în ansamblu. Aproape toate țările lumii au propus măsuri în conformitate cu Planul de acțiune de la Paris și o foaie de parcurs către echitate, dezvoltare durabilă și reducerea emisiilor de carbon, cu un orizont stabilit în 2030 [4]. Europa a acționat ca un lider global în această problemă și a stabilit un plan ambițios pentru emisii nete de carbon zero până în 2050. Statele UE s-au angajat să reducă emisiile de GES cu cel puțin 55% până în 2030, comparativ cu nivelul din 1990 [5].

Obiectivele de dezvoltare durabilă (ODD) ale Națiunilor Unite, adoptate în 2015 ca parte a Agendei 2030 pentru dezvoltare durabilă, cuprind 17 obiective și 169 de ținte pentru eradicarea sărăciei extreme, combaterea inegalităților și a injustiției și pentru protejarea Terrei.

ODD-urile descriu cerințele și nevoile economice, sociale și de mediu către dezvoltarea durabilă a societății umane [6]. În același timp, ODD-urile reprezintă provocări actuale, linii directoare pentru cercetare, dezvoltare, inovare, în toate domeniile științei și tehnologiei. În acest sens, tranziția energetică aduce provocări noi în toate domeniile, cu creșterea complexității interacțiunilor dintre ODD, respectiv, a interdependenței dintre diferitele domenii de cercetare. Apar noi direcții de cercetare științifică, definite de cerințele specifice legate de înfăptuirea tranziției energetice.

Un exemplu este cel al cercetărilor privind alimentarea durabilă cu energie electrică. Pe lângă modelarea, simularea și proiectarea optimală a sistemelor de alimentare cu apă și a sistemelor de producere a apei potabile, cercetările actuale tind să includă aspecte legate de conexiunea între apă și energie: apa necesară pentru a funcționa viitoarele sisteme energetice cu zero carbon, precum și energia necesară pentru a asigura funcționarea corespunzătoare a sistemelor de alimentare cu apă [7], [8].

Un alt exemplu este cel al dezvoltării comunităților energetice locale, care pot contribui și accelera tranziția energetică [9], [10].

De asemenea, dezvoltarea de noi instrumente de măsurare și control de largă aplicabilitate rămâne un punct fierbinte, de actualitate în cercetare. Este și cazul senzorilor, din categoria cărora un rol important îl joacă microsenzorii magnetorezistivi [11], [12], [13], [14], [15].

O analiză mai detaliată asupra consistenței cercetărilor în domenii care susțin tranziția energetică ridică o întrebare: în ce măsură cercetarea, dezvoltarea și inovarea (CDI) actuale includ cerințele dezvoltării durabile?

Pornind de la constatarea că inițierea de noi cercetări implică cunoașterea cercetărilor anterioare ca start pentru noi dezvoltări și având la îndemână facilitățile oferite de multiplele motoare de căutare în bazele de date, în prezentul articol se propune o metodologie de identificare a cercetărilor existente și a tendințelor actuale, prin aplicarea metodelor și tehnicilor bibliometrice de căutare și regăsire a informației științifice.

Astfel, acest articol are ca obiectiv aplicarea metodei bibliometrice pentru identificarea și vizualizarea tendințelor actuale, emergente în cercetarea științifică din domenii conectate cu tranziția energetică.

2. METODA BIBLIOMETRICĂ ÎN IDENTIFICAREA TENDINTELOR DE CERCETARE-INOVAR

Metodele bibliometrice sunt metode care utilizează date din bazele de date care indexează înregistrările publicațiilor științifice și brevetelor, precum și alte rezultate ale CDI de interes crescând pentru a obține noi perspective asupra performanțelor acestora [16].

Cu instrumentele bibliometriei (ca ramură a scientometriei) se examinează înregistrările publicațiilor de cercetare pentru a măsura progresul în activitatea științifică și a pune în evidență diferite rezultate conexe, precum protocoalele de cercetare aplicate în medicină. Unele instrumente tehnometrice se axează pe înregistrări de brevete, modele și mărci comerciale pentru a identifica și a vizualiza tendințele în activitatea de inovare [17].

Prin aplicarea metodelor bibliometrice se crează un set de date care descriu peisajul cercetării dintr-un domeniu, într-o anumită perioadă de timp.

În [18] se descriu pașii parcurși în căutarea, regăsirea și prelucrarea informației științifice.

- La demararea unui nou proiect de cercetare, mai întâi se stabilește subiectul de interes din domeniul abordat (pasul 1).

- Apoi subiectul de investigat se transformă într-o întrebare de cercetare (pasul 2). Întrebarea de cercetare (research question) trebuie să satisfacă cerințe specifice: să poată sugera un răspuns, să includă un scop și să fie scalabilă într-un interval de timp, să poată fi încadrată într-un context, disciplină și/sau un raționament.

Deoarece căutarea este „iterativă” și „neliniară”, de multe ori se ajunge la ajustarea întrebărilor de cercetare.

- Stabilirea de cuvinte cheie (pasul 3). Cuvintele cheie permit atât găsirea rapidă a informațiilor relevante dintr-o gamă largă de surse, cât și modificarea sau ajustarea întrebărilor de cercetare. Cuvintele cheie se

IDENTIFICAREA ȘI VIZUALIZAREA TENDINȚELOR EMERGENTE ÎN CERCETAREA ȘTIINȚIFICĂ

stabilesc prin împărțirea întrebării de cercetare în componente cheie, care ar putea descrie strategia de cercetare. Se aleg drept cuvinte cheie substantivale, ca descriptori unici și unele distincții geografice sau demografice care pot ajuta la găsirea răspunsului la întrebarea de cercetare.

- Căutarea booleană (pasul 4). Interogarea de căutare se realizează cu operatorii booleeni folosiți de majoritatea motoarelor de căutare: ȘI, SAU, NU (AND, OR, NOT). Unele motoare de căutare au opțiuni mai avansate, cunoscute sub numele de „sintaxe de căutare” (bazele de date SCOPUS, JSTOR, PubMed, IEEEExplore etc.).

- Evaluarea sistemică a informației obținute (pasul 5). Se folosesc metode explicite și sistematice pentru a minimiza părtinirea în identificarea, selecția, sinteza și rezumatul studiilor, care oferă constatări fiabile, din care se pot trage concluzii și se pot lua decizii [19].

Trebuie avut în vedere faptul că de obicei strategia de cercetare descrisă de întrebarea de cercetare necesită o bază de cercetare foarte largă, prin urmare această bază trebuie restrânsă în funcție de obiectivele specifice ale analizei propuse. Sunt necesare mai multe căutări succesive pentru a restrânge baza de cercetare și a crește eficacitatea analizei.

Evaluarea sistemică a informațiilor regăsite poate include meta-analize, în care se utilizează tehnici statistice pentru a combina și a rezuma rezultatele studiilor. Prin combinarea datelor din mai multe studii, meta-analizele pot oferi estimări mai precise ale efectelor unor procese sau fenomene, față de concluziile derivate din studiile individuale.

În următoarea secțiune sunt prezentate rezultatele studiului privind trei subiecte de investigare care au conexiune cu tranziția energetică, prin parcurgerea pașilor 1-4, fără a se prezenta și evaluarea sistemică și meta-analiza informației obținute.

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

În Tabelul 1 sunt prezentate trei subiecte de investigare pentru care s-au formulat întrebările corespunzătoare de cercetare.

Căutările s-au efectuat în baza de date Scopus deoarece aceasta permite evaluarea sistemică a literaturii științifice și asigură comparabilitatea documentelor tratate în diferite discipline pentru domeniile abordate. S-au folosit șirurile de cuvinte cheie specificate, găsite în titlul, rezumatul și cuvintele cheie ale documentelor limitate la limba engleză, fără limitări în ceea ce privește anul publicării și distribuția geografică.

După identificarea documentelor, s-a efectuat o inspecție vizuală pentru eliminarea documentelor

duplicat și a celor lipsite de dovezi substanțiale ale obiectivelor studiului. În urma analizei textuale s-au stabilit șirurile de documente regăsite pentru care s-au efectuat analiza calitativă și analiza cantitativă.

Tabelul 1. Subiecte de investigare prin metoda bibliometrică și întrebările corespunzătoare de cercetare

Nr. crt.	Subiectul de investigare	Întrebarea de cercetare
1	Interacțiunea apă-energie-tranziție energetică	Care sunt metodele și tehnologiile abordate în nexus-ul apă-energie, din perspectivele „apă pentru energie” și „energie pentru apă”, precum și care este impactul acestora în perioada de tranziție energetică, pentru a ajunge la net zero emisii după 2050?
2	Comunități energetice locale	Care sunt caracteristicile specifice ale comunităților energetice locale și ce instrumente de modelare și simulare pot fi aplicate pentru a atinge țintele dezvoltării durabile până în anul 2050?
3	Microsenzori magnetorezistivi	Ce tipuri de microsenzori magnetorezistivi sunt propuși de comunitatea științifică pentru detectarea câmpului magnetic și care este stadiul dezvoltării și implementării lor până la nivelul anului 2022?

3.1. Investigarea subiectului Interacțiunea apă-energie-tranziție energetică

În Tabelul 2 sunt prezentate criteriile de căutare C1-C5, realizate cu șiruri de cuvinte cheie specifice, precum și numărul de documente identificate și preluate din baza de date Scopus, obținute la data de 7 februarie 2023.

Tabelul 2. Criterii de căutare, șiruri de cuvinte cheie și numărul de documente identificate în baza de date Scopus (7 februarie 2023) pentru subiectul Interacțiunea apă-energie-tranziție energetică

Criteriul de căutare	Șir de cuvinte cheie	Număr de documente regăsite
C1 (n=878)	“water for energy”	878
C2 (n=1643)	“energy for water”	1643
C3 (n=379)	"water for energy" and ("energy transition" or "sustainability" or "goals")	379
C4 (n=395)	"energy for water" and ("energy transition" or "sustainability" or "goals")	395
C5 (n=46)	"water for energy" and "energy for water" and ("energy transition" or "sustainability" or "goals")	46

În Figura 1 este prezentată distribuția anuală a lucrărilor publicate în cazul criteriilor de căutare C1 și C2, iar în Figura 2, pentru criteriile de căutare C3-C5.

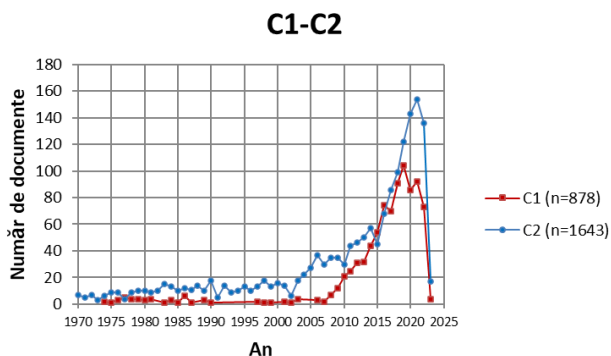


Fig. 1. Numărul de documente științifice publicate anual referitoare la subiectul Interacțiunea apă-energie, cu criteriile de căutare C1 și C2 (Tabelul 2)

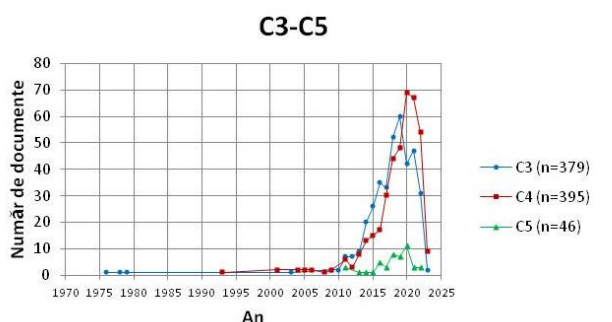


Fig. 2. Numărul de documente științifice publicate anual referitoare la subiectul Interacțiunea apă-energie-tranziție energetică, cu criteriile de căutare C3 – C5 (Tabelul 2)

Constatări și discuții privind subiectul Interacțiunea apă-energie-tranziție energetică:

- Analiza datelor din Figura 1 arată că, începând cu anul 2000, numărului anual de documente

publicate este în creștere, ceea ce reflectă interesul din ce în ce mai mare pentru domeniul Interacțiune apă-energie.

- Numărul articolelor identificate pentru tema „energie pentru apă” (criteriul de căutare C2) este mult mai mare decât cel cu tema „apă pentru energie” (criteriul de căutare C1). Având în vedere obiectivele dezvoltării durabile pentru sectorul energie, este de interes ca politica științei să pună un mai mare accent pe cercetarea în domeniul „apă pentru energie”.

- Analiza datelor din Figura 2 indică dinamica cercetărilor privind interconexiunea apă-energie-tranziție energetică. Cu o tendință în creștere, totuși, numărul articolelor identificate privind interacțiunea energie-apă-tranziție energetică este scăzut, ceea ce subliniază direcțiile viitoare de cercetare.

- În evaluarea tendinței cercetării pentru acest subiect, nu s-au considerat datele pentru anul 2022, deoarece multe din lucrările științifice publicate nu sunt încă complet indexate.

Tendențele activității de cercetare științifică având ca subiect Interacțiunea apă-energie-tranziție energetică s-au pus în evidență și prin urmărirea dinamicii ponderii documentelor științifice publicate în diferite tipuri de publicații, apărute în perioada 1970-2022. Datele obținute prin căutările din data de 7 februarie 2023 în baza de date Scopus, având cu subiect Interacțiunea apă-energie-tranziție energetică, sunt prezentate în Tabelul 3.

Ponderea ridicată a articolelor de cercetare publicate în jurnale științifice, comparativ cu cele publicate în volumele conferințelor și în alte publicații, subliniază interesul cercetătorilor pentru subiectele „apă pentru energie”, „energie pentru apă” și „tranziție energetică”, acestea fiind subiecte actuale, de vârf, necesare a fi investigate în continuare.

Tabelul 3. Ponderea documentelor științifice publicate în diferite tipuri de publicații având cu subiect Interacțiunea apă-energie-tranziție energetică, în perioada 1970-2022 (la data de 7 februarie 2023).

Criteriul de căutare	Articole în jurnale [%]	Articole în volumele conferințelor [%]	Articole tip recenzie [%]	Cărți și capitole de carte [%]	Altele [%]
C1 (n=878)	66.63	6.72	11.39	14.01	1.25
C2 (n=1643)	78.27	8.64	7.55	4.69	0.85
C3 (n=379)	59.10	5.28	16.36	18.47	0.79
C4 (n=395)	65.06	5.82	17.22	11.14	0.76
C5 (n=46)	71.74	2.17	8.70	17.39	0.00

3.2. Investigarea subiectului Comunități energetice locale

În Tabelul 4 sunt prezentate criteriile de căutare C1-C3, realizate cu șiruri de cuvinte cheie specifice, precum și numărul de documente identificate și

preluate din baza de date Scopus, la data de 5 februarie 2023.

În Figura 3 este dată distribuția anuală a lucrărilor publicate conform criteriilor de căutare C1-C3, care reflectă activitatea științifică referitoare la subiectul Comunități energetice locale.

IDENTIFICAREA ȘI VIZUALIZAREA TENDINȚELOR EMERGENTE ÎN CERCETAREA ȘTIINȚIFICĂ

Tabelul 4. Criterii de căutare, șiruri de cuvinte cheie și numărul de documente identificate în baza de date Scopus (5 februarie 2023) pentru subiectul Comunități energetice locale

Criteriul de căutare	Șir de cuvinte cheie	Număr de documente regăsite
C1	"local energy community"	761
C2	"local energy community" AND "multi agent system"	53
C3	"local energy community" AND "multi agent system" AND "Python"	4

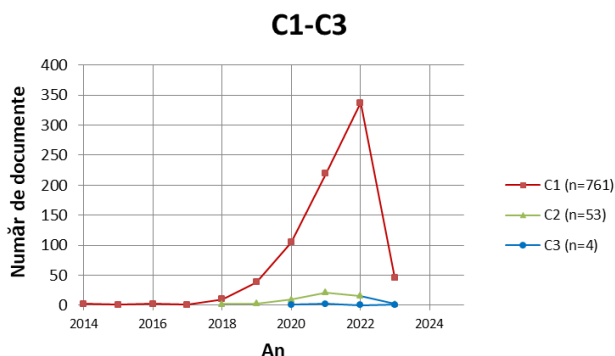


Fig. 3. Numărul de documente științifice publicate anual referitoare la subiectul Comunități energetice locale, cu criteriile de căutare C1 – C3 (Tabelul 4)

Constatări și discuții privind subiectul Comunități energetice locale:

- Analiza datelor din Figura 3 arată că subiectul Comunități energetice locale a intrat în atenția cercetătorilor începând cu anul 2018, numărul anual de documente publicate fiind în creștere.

- Numărul documentelor identificate care tratează comunități energetice locale ca sisteme multi-agent este în creștere, numărul acestora fiind încă relativ redus.

- Au fost identificate doar 4 articole științifice privind tratarea comunităților energetice locale ca sisteme multi-agent, modelate și simulate cu softul Python, documentele fiind publicate actual, în anii 2020-2023.

- Având în vedere obiectivele dezvoltării durabile pentru sectorul energie, va fi de interes ca politica științei să pună un mai mare accent pe stimularea cercetării acestui domeniu interdisciplinar.

3.3. Investigarea subiectului Microsenzori magnetorezistivi

În Tabelul 5 sunt prezentate criteriile de căutare C1-C4, realizate cu șiruri de cuvinte cheie specifice, precum și numărul de documente identificate, regăsite și preluate din baza de date Scopus, la data de 7 februarie 2023.

Tabelul 5. Criterii de căutare, șiruri de cuvinte cheie și numărul de documente identificate în baza de date Scopus (7 februarie 2023) pentru subiectul Microsenzori magnetorezistivi

Criteriul de căutare	Șir de cuvinte cheie	Număr de documente regăsite
C1 (n=538)	"magnetoresist*" AND "microsensor"	538
C2 (n=234)	"magnetoresist*" AND "microsensor" AND ("anisotrop*" OR "AMR")	234
C3 (n=287)	"magnetoresist*" AND "microsensor" AND ("giant" OR "GMR")	287
C4 (n=96)	"magnetoresist*" AND "microsensor" AND ("tunnel" OR "TMR")	96

În Figura 4 este prezentată distribuția anuală a lucrărilor publicate conform criteriilor de căutare C1-C4 (Tabelul 5), care reflectă activitatea științifică până în anul 2022 referitoare la subiectul Microsenzori magnetorezistivi.

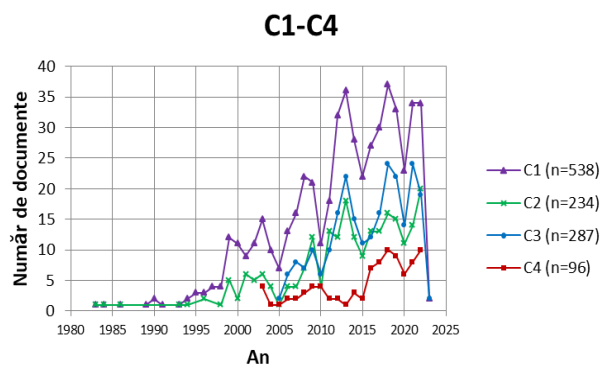


Fig. 4. Numărul de documente științifice publicate anual referitoare la subiectul Microsenzori magnetorezistivi, cu criteriile de căutare C1 – C4 (Tabelul 5)

4. CONCLUZII

Identificarea tendințelor de cercetare constituie un pas esențial în startul unor noi proiecte dezvoltării științifice și, în cele din urmă, în verificarea aplicării rezultatelor cercetării. În acest sens, metodele bibliometrice sunt instrumente utile.

Rezultatele obținute pentru cele trei subiecte investigate, care au conexiune cu dezvoltarea durabilă și în mod explicit cu tranziția energetică, pot servi ca indicatori în fundamentarea viitoarelor politici ale CDI. Astfel, pentru accelerarea cercetării în domeniul interacțiunii apă-energie-tranziție energetică, pentru stimularea cercetării diferitelor forme și structuri de comunități energetice locale și pentru conceperea, proiectarea și încorporarea microsenzorilor, în special

a celor magnetorezistivi, în sistemele de măsură și control sunt necesare politici de cercetare coerente și eficiente. Pentru viitor, se are în vedere extinderea studiului prin evaluarea sistemică și meta-analiză a știrilor de documente obținute.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Lange, M.A., *Impacts of climate change on the Eastern Mediterranean and the Middle East and North Africa region and the water-energy nexus*. Atmosphere 10(8), pp.1-22, 2019.
- [2] Năstase, G., Șerban, A., Năstase, A.F., Dragomir, G., Brezeanu, A.I., *Air quality, primary air pollutants and ambient concentrations inventory for Romania*. Atmospheric Environment 184, pp. 292-303, 2018.
- [3] Wang, Z., Zhu, Y., *Do energy technology innovations contribute to CO2 emissions abatement? A spatial perspective*. Science of the Total Environment 726, 2020.
- [4] *Sustainable Development Goals (SDG) in the United Nations*. Available online: <https://sdgs.un.org/goals> (accessed on 10th February 2023).
- [5] *EU and Paris agreement*. Available online: <https://www.consilium.europa.eu/en/search/?filetypes=PAGE&Keyword=EU+and+Paris+agreement> (accessed on 10th February 2023).
- [6] Vanegas Cantarero, M.M., *Of renewable energy, energy democracy, and sustainable development: A roadmap to accelerate the energy transition in developing countries*, Energy Research and Social Science 101716, 2020.
- [7] Charani Shandiz, S., Rismanchi, B., Foliente, G., *Energy master planning for net-zero emission communities: State of the art and research challenges*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 137 (110600), 2021.
- [8] Helerea, E., Cojanu, V., Calin, M.D., *Interconnectivity between energy and water supply systems*. Technical Sciences 7(2), pp. 263-278, 2022.
- [9] Lilla, Stefano, Orozco, Camilo, Borghetti, Alberto, Napolitano, Fabio, Tossani, Fabio, *Day-Ahead Scheduling of a Local Energy Community: An Alternating Direction Method of Multipliers Approach*, IEEE Transactions on Power Systems. 35(2), pp. 1132-1142, 2020.
- [10] Faia R., Soares J., Pinto T., Lezama F., Vale Z., Corchado J.M., *Optimal Model for Local Energy Community Scheduling Considering Peer to Peer Electricity Transactions*. IEEE Access 9, pp. 12420-12430, 2021.
- [11] Jogschies, L., Klaas, D., Kruppe, R., Rittinger, J., Taptimthong, P., Wienecke, A., Rissing, L., Wurz, M.C., *Recent developments of magnetoresistive sensors for industrial applications*. Sensors (Switzerland) 11, pp. 28665-28689, 2015.
- [12] Mușuroi, C., Volmer, M., Oproiu, M., Neamtu, J., Helerea, E., *Designing a Spintronic Based Magnetoresistive Bridge Sensor for Current Measurement and Low Field Sensing*. Electronics 11, 3888, 2022.
- [13] Weiss, R., Mattheis, R., Reiss, G., *Advanced giant magnetoresistance technology for measurement applications*. Measurement Science and Technology 24(8), 082001, 2013.
- [14] Du, W.Y., *Resistive, Capacitive, Inductive and Magnetic Sensor Technologies*, CRC Press: Boca Raton, FL, USA, pp. 239–253, 2014.
- [15] Lin, G., Makarov, D., Schmidt, O.G., *Magnetic sensing platform technologies for biomedical applications*. Lab A Chip 17, pp.1884–1912, 2017.
- [16] Chen, C., Song, M., *Visualizing a field of research: A methodology of systematic scientometric reviews*. PLoS ONE 14, e0223994, 2019.
- [17] *Elsevier's Research Intelligence portfolio: Pathways to Net Zero: The Impact of Clean Energy Research*, 2021. Available online: <https://www.elsevier.com/connect/net-zero-report> (accessed on 10th February 2023).
- [18] *Guide to Searching*, Brown University Library. Available online: <https://libguides.brown.edu/searching/citation> (accessed on 10th February 2023).
- [19] Moher et al., *Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement*, Systematic Reviews 4:1, 2015.

Despre autori

Prof. Dr.Ing. **Elena HELEREA**

Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, Brașov, România
helerea@unitbv.ro

Prof. univ. dr.ing. Elena HELEREA este absolventă a Institutului Politehnic din Brașov – 1970, specializarea Electromecanică, doctor inginer din anul 1987, profesor la Universitatea „Transilvania” din Brașov, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, conducător de doctorat în domeniul Inginerie electrică. În perioada 2004-2008 a ocupat funcția de prorector cu activitatea didactică. Din 2011 este profesor onorific al Universității din Pecs, Ungaria iar din 2017, senior member al IEEE. În decursul anilor a publicat numeroase lucrări științifice indexate ISI și diseminate în baze de date internaționale, monografii științifice și cursuri dedicate studenților. Domeniile de competență sunt: materiale electrotehnice, compatibilitate electromagnetică, calitatea energiei electrice, istoria tehnologiei.

Șef Lucr. Dr.Ing. **Marius Daniel CĂLIN**

Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, Brașov, România
marius.calin@unitbv.ro

Șef lucr. dr.ing. Marius CALIN (Membru IEEE-2010, AGIR-2016) a obținut diplomele de inginer în Electromecanică, master în Inginerie Mecanică și doctorat în Inginerie Electrică de la Universitatea Transilvania din Brașov, România, în 2008, 2010, respectiv 2011. În 2012 s-a alăturat Dept. de Inginerie

IDENTIFICAREA ȘI VIZUALIZAREA TENDINȚELOR EMERGENTE ÎN CERCETAREA ȘTIINȚIFICĂ

Electrică și Fizică Aplicată, Universitatea Transilvania din Brașov, în calitate de Șef de lucrări universitar.
Principalele sale domenii de interes în cercetare sunt materiale avansate pentru aplicații de inginerie electrică și compatibilitatea electromagnetică a sistemelor tehnice.

Drd. Ing. **Cristian MUȘUROI**

Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, Brașov, România
cristian.musuroi@unitbv.ro

Drd.ing. Cristian MUȘUROI este absolvent al Universității Transilvania din Brașov, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, specializarea Inginerie Electrică și Calculatoare (lb. engleză), asistent de cercetare la Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, doctorand în inginerie electrică începând cu anul 2020. Este implicat în numeroase proiecte de cercetare științifică și în activitatea didactică universitară. Domeniile de competență sunt: microsenzori magnetici, electromagnetism, materiale electrotehnice, sisteme magnetice nanostructurate.