audit FINANCIAR

Camera Auditorilor Financiari din România

Anul XXIV, nr. 181 - 1/2026

Lucrări prezentate la cel de-al IX-lea Congres al profesiei de auditor financiar din România

Papers presented at the IX[th] Congress of the Romanian financial auditor profession

Important pentru autori!

Articolele se trimit redacţiei la adresa de e-mail: revista@cafr.ro, scrise în program MS Word.

Autorii sunt rugaţi să respecte următoarele cerinţe:

- limba de redactare a articolului: română şi engleză pentru autorii români şi engleză pentru autorii străini;
- textul în limba română se redactează cu caractere diacritice, conform prescripţiilor lingvistice ale Academiei Române;
- articolul trebuie să cuprindă: titlul; autorii şi apartenenţa lor profesională şi/sau ştiinţifică, precum şi adresele lor de e-mail; rezumat; 4-5 cuvinte cheie; clasificări JEL; introducere; metodologia de cercetare; rezultate şi discuţii; concluzii; referinţe bibliografice;
- rezumatul se redactează la persoana a III-a şi prezintă obiectivul cercetării, principalele probleme abordate şi contribuţia autorilor.

Tabelele şi graficele/figurile se elaborează în format editabil/vizibil şi trebuie să fie însoţite de precizarea sursei.

Evaluarea articolelor se realizează de către membri din Consiliul Ştiinţific de Evaluare al revistei, în modalitatea double-blind-review, ceea ce înseamnă că evaluatorii nu cunosc numele autorilor şi nici autorii nu cunosc numele evaluatorilor.

Criteriile de evaluare a articolelor sunt: originalitatea, actualitatea, importanţa şi încadrarea în aria tematică a revistei; calitatea metodologiei de cercetare; claritatea şi pertinenţa prezentării şi argumentării; relevanţa surselor bibliografice utilizate; contribuţia adusă cercetării în domeniul abordat.

Recomandările Consiliului Ştiinţific de Evaluare al revistei sunt: acceptare; acceptare cu revizuire; respingere.

Rezultatele evaluărilor sunt comunicate autorilor, urmând a fi publicate numai articolele acceptate de Consiliul Ştiinţific de Evaluare.

Detalii suplimentare găsiţi pe site-ul revistei: auditfinanciar.cafr.ro, la secţiunea „Pentru autori”.

Revistă editată de
Camera Auditorilor Financiari din România
Str. Sirenelor nr. 67-69, sector 5,
Bucureşti, OP 5, CP 83

Director ştiinţific:
prof. univ. dr. **Pavel NĂSTASE**

Director editorial:
dr. **Corneliu CÂRLAN**

Redactor şef:
Cristiana RUS

Secretar de redacţie:
Cristina RADU

Prezentare grafică şi tehnoredactare:
Nicolae LOGIN

Colegiul editorial ştiinţific şi colectivul redacţional nu îşi asumă responsabilitatea pentru conţinutul articolelor publicate în revistă.

Indexare în B.D.I.:
Cabell's;
Deutsche Zentralbibliothek für Wirtschaftswissenschaften;
DOAJ;
Ebsco;
ERIH PLUS;
Global Impact Factor;
Google Scholar;
Index Copernicus;
ProQuest;
Research Papers in Economics (RePEc);
Ulrich's

Marcă înregistrată la OSIM,
sub nr. M2010 07387

ISSN on-line:
1844-8801

E-mail: revista@cafr.ro

Site revistă:
auditfinanciar.cafr.ro

Site arhivă:
revista.cafr.ro

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *3-14*
ISSN on-line: 1844-8801

Lucrare prezentată la cel de-al IX-lea Congres al profesiei de auditor financiar din România

Conectivitatea în rapoartele integrate. O abordare sistematică a înțelegerii sinergiilor

Drd. Andreea IURAȘ,
Școala Doctorală de Economie și Administrarea Afacerilor, Universitatea de Vest din Timișoara, e-mail: andreea.iuras00@e-uvt.ro

Prof. univ. dr. Victoria BOGDAN,
Departamentul de Finanțe și Contabilitate, Universitatea din Oradea, e-mail: vbogdan@uoradea.ro
Școala Doctorală de Economie și Administrarea Afacerilor, Universitatea de Vest din Timișoara, e-mail: victoria.bogdan10@gmail.com

Rezumat

Multe companii au adoptat raportarea integrată prin combinarea datelor financiare și nefinanciare într-un singur raport, răspunzând cererii tot mai mari a părților interesate pentru informații mai cuprinzătoare și mai transparente. Prin urmare, acest studiu își propune să exploreze modul în care practicile de raportare a două companii, Novartis și Novo Nordisk, s-au schimbat pentru a satisface așteptările părților interesate și pentru a afla măsura în care principiul conectivității – un element central al raportării integrate – este reflectat în rapoartele integrate pe care le-au publicat. Acest principiu este esențial pentru a oferi o imagine clară și integrată asupra activităților unei organizații și a capacității sale de a genera valoare pe termen scurt, mediu și lung. Acesta urmărește să ilustreze modul în care diverse tipuri de informații, cum ar fi cele financiare și nefinanciare, calitative și cantitative, interne și externe sunt interconectate în cadrul unui sistem unificat de comunicare corporativă, respectiv raportul integrat. Analiza autorilor se concentrează pe rapoartele integrate ale companiilor menționate anterior, acoperind perioada 2021-2024. Metodologia acestui studiu include o analiză calitativă a conținutului rapoartelor, urmată de o evaluare cantitativă a scorurilor de conectivitate și a corelației acestora cu rentabilitatea activelor (ROA). Rezultatele studiului arată o schimbare în structura raportării, precum și în poziționarea și cuprinsul informațiilor financiare și nefinanciare, o aplicare moderată a principiului conectivității și nicio legătură între scorurile de conectivitate și ROA.

Cuvinte cheie: *raportare integrată; principiul conectivității; CSR; raportare financiară; ROA;*

Clasificare JEL: *M41, O33, C88*

Vă rugăm să citaţi acest articol astfel:
Iuraș, A., Bogdan, V. (2026), Connectivity in Integrated Reports. A Systematic Approach to Understanding the Synergies, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.117-128, DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/001

Link permanent pentru acest document:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/001
Data primirii articolului: 28.07.2025
Data revizuirii: 8.08.2025
Data acceptării: 12.12.2025

Introducere

Obiectivul principal al raportării financiare este de a oferi părților interesate informații financiare precise și fiabile despre companie. În același timp, rapoartele financiare reprezintă sursa principală și comună de unde părțile interesate pot să obțină informațiile de care au nevoie pentru a lua decizii de investiții informate (Abu Hamour et al., 2024). Ce face ca informațiile să fie utile pentru luarea deciziilor? Organismele care elaborează standarde contabile au decis că există două caracteristici fundamentale pe care informațiile financiare trebuie să le aibă pentru a fi utile: relevanța și reprezentarea fidelă (Weygandt et al., 2019). În plus, există și alte caracteristici, complementare caracteristicilor fundamentale, care sporesc utilitatea informațiilor financiare, iar acestea sunt: comparabilitatea, verificabilitatea, oportunitatea și inteligibilitatea (OMFP 1802/2014). Calitatea raportării financiare implică faptul că firmele îmbunătățesc în mod proactiv domeniul de aplicare și calitatea informațiilor pe care le prezintă, asigurându-se că participanții la piață pot lua decizii informate cu privire la investiții, împrumuturi și alte aspecte financiare (Martínez-Ferrero et al., 2015). Calitatea raportării financiare derivă din transparența, acuratețea și caracterul complet al informațiilor financiare, aplicarea corectă a standardelor contabile, respectarea reglementărilor de publicare a informațiilor și raportarea financiară la timp (Abu Hamour et al., 2024). Cu toate acestea, concentrarea exclusivă asupra informațiilor financiare este insuficientă pentru evaluarea performanței, riscurilor și perspectivelor (Minutiello & Tettamanzi, 2022). Din acest motiv, corporațiile au fost încurajate recent să investească mai multe resurse pentru a lua decizii mai responsabile din punct de vedere social. În consecință, implicarea unei corporații în responsabilitatea socială corporativă (CSR) a devenit din ce în ce mai semnificativă (Yoon et al., 2024). În același timp, sustenabilitatea a devenit o prioritate pentru aceste companii, deoarece părțile interesate, consumatorii și factorii de decizie politică se concentrează din ce în ce mai mult pe aspectele nefinanciare ale managementului afacerii (Vitale et al., 2023). Totodată, afacerile și organizațiile pot fi concepute pentru a contribui la dezvoltarea durabilă. Acesta este designul unui model de afaceri sustenabil (Lüdeke-Freund et al., 2022). Un model de afaceri servește drept cadru conceptual pentru înțelegerea modului în care funcționează o companie. Acesta poate fi utilizat pentru analiză, comparare, evaluarea performanței, management, comunicare și inovare. Modelele de afaceri se concentrează pe modul în care compania își formulează strategia competitivă prin proiectarea produselor sau serviciilor sale, strategiile de stabilire a prețurilor, costurile de producție, diferențierea prin propunerea sa de valoare și integrarea lanțului său valoric cu cele ale altor firme dintr-o rețea de valoare (Bocken et al., 2014).

Transferarea noțiunii că modelele de afaceri servesc drept dispozitive de mediere care permit crearea de valoare cu ajutorul noilor tehnologii și, respectiv, al altor tipuri de inovație, către antreprenoriatul sustenabil, duce la presupunerea că modelele de afaceri ar putea sprijini și crearea de valoare ecologică, socială și economică (Lüdeke-Freund, 2019). Prin inovarea modelului de afaceri, companiile pot, fie ca întreg, fie ca parte individuală, să îmbunătățească, să transforme sau să adopte modele de afaceri complet noi. Dacă acest proces de inovare vizează reducerea impactului negativ asupra mediului și creșterea beneficiilor pentru societate, atunci se numește inovare a modelului de afaceri durabil (SBMI – Sustainable Business Model Innovation). Prin intermediul acestui proces, un model de afaceri poate fi considerat sustenabil (SBM – Sustainable Business Model) atunci când sunt luați în considerare factorii de mediu și sociali, valoarea generată de către acești factori și pune interesele părților interesate pe primul loc (Beard & Giacomo, 2025). Mai mult, companiile publică diverse tipuri de rapoarte pentru a răspunde nevoilor de informare ale părților interesate, inclusiv rapoarte de sustenabilitate, integrate, rapoarte privind obiectivele de dezvoltare durabilă și alte rapoarte nefinanciare, care servesc și ca instrumente instituționale pentru a le îmbunătăți practicile în abordarea provocărilor legate de dezvoltarea sustenabilă (Lehenchuk et al., 2023).

Conform sondajului privind sustenabilitatea condus de către KPMG în 2024, 96% dintre cele mai mari 250 de companii din lume consideră raportarea ESG și a sustenabilității ca parte a activității lor, în timp ce doar 78% dintre primele 100 de companii din 58 de țări raportează cu privire la sustenabilitate.

Similar rapoartelor financiare, rapoartele independente de sustenabilitate au prezentat, de asemenea, mai multe deficiențe. De exemplu, acestea includ adesea informații despre subiecte individuale, cum ar fi impactul social și de mediu, practicile și politicile companiei (Leukhardt et al., 2022). Deoarece aceste rapoarte au fost separate de rapoartele financiare, a fost dificil pentru părțile interesate să înțeleagă modul în care acestea sunt legate de crearea de valoare (Ahmed & Hassan, 2025). Pentru a aborda aceste dificultăți, diverse părți interesate au solicitat un singur raport de sustenabilitate (Thawani et al., 2024). O analiză extinsă a literaturii de specialitate relevă faptul că, în contextul crizei financiare din 2007/2008, cererea tuturor părților interesate pentru o mai mare transparență și o responsabilitate etică sporită a crescut, sporind astfel importanța dezvăluirii informațiilor în raportarea integrată (IR) și îmbunătățind relevanța valorii (Hichri, 2023). Transparența corporativă este considerată ca fiind o măsură a promptitudinii și a adecvării modului în care o firmă își transferă informațiile intrinseci către persoane relevante din exterior, cum ar fi investitorii sau acționarii (Kim et al., 2013).

Divulgarea corporativă este procesul prin care companiile partajează informații financiare, operaționale și nefinanciare cu părțile interesate și modul în care acestea influențează comportamentul investitorilor, eficiența pieței și guvernanța. Canalele de divulgare includ rapoarte, comunicate de presă și site-uri web, care servesc drept instrumente esențiale pentru reducerea asimetriei informaționale și a conflictelor de agenție dintre manageri și investitori (Srivastava & Anand, 2023). Raportarea integrată reprezintă o comunicare cuprinzătoare și concisă despre diverse aspecte ale strategiei, guvernanței, performanței și perspectivelor unei organizații, oferind beneficii atât părților interesate interne, cât și celor externe, pe termen scurt, mediu și lung (Malafronte & Pereira, 2025). În acest sens, raportarea integrată oferă mai multe avantaje identificate în studiile pe această temă, și anume: informații care se aliniază mai strâns cu nevoile investitorilor; o acuratețe mai mare a informațiilor nefinanciare furnizate surselor de date; o încredere sporită în rândul utilizatorilor cheie; un proces decizional îmbunătățit privind alocarea resurselor, inclusiv reducerea costurilor și o gestionare îmbunătățită a riscurilor; o mai bună identificare a oportunităților; un angajament mai profund față de investitori și alte părți interesate, inclusiv angajații actuali și viitori, facilitând astfel atragerea și retenția competențelor; o imagine publică îmbunătățită; costuri de capital mai mici și acces îmbunătățit la capital (Frias-Aceituno et al., 2014). Încă din 2010, Consiliul Internațional pentru Raportare Integrată (IIRC) promovează raportarea integrată, care își propune să ofere o imagine holistică a firmei și să explice modul în care aceasta generează valoare în timp (pe termen scurt, mediu și lung) printr-o interacțiune cu mediul extern (Giner et al., 2024). IIRC a reunit lideri mondiali din sectoarele: corporativ, de investiții, contabil, de valori mobiliare, de reglementare, academic, al societății civile și de stabilire a standardelor pentru a dezvolta o nouă abordare a raportării (IIRC, 2011). Această abordare aduce în vedere raportarea integrată, care reprezintă comunicarea cuprinzătoare și concisă cu privire la diverse aspecte ale strategiei, guvernanței, performanței și perspectivelor unei organizații, aducând beneficii atât părților interesate interne, cât și celor externe, pe termen scurt, mediu și lung (Malafronte & Pereira, 2025). Deși rapoartele de sustenabilitate oferă informații esențiale non-financiare pentru părțile interesate și investitori, integrarea datelor financiare cu principiile de sustenabilitate, management și principiile de raportare va produce rezultate semnificativ mai bune (Taşoğlu et al., 2024). Așadar, raportarea integrată este o formă combinată de raportare, care presupune raportarea despre cele șase capitaluri pe care companiile le utilizează pentru a crea, menține și distruge valoare și anume: capital financiar, capital uman, capital de producție, capital natural, capital social și capital intelectual (DeVilliers et al., 2024).

Raportarea integrată este ghidată de șapte principii și anume: focalizare strategică și orientare viitoare, conectivitatea informațiilor, relații cu părțile interesate, materialitate, concizie, fiabilitate și caracter complet, consistență și comparabilitate. Aceste principii sunt utilizate atât individual, cât și împreună pentru a pregăti și prezenta un raport integrat. Aplicarea lor necesită raționament, îndeosebi atunci când apar diferende, cum ar fi cele dintre exhaustivitate și concizie (IIRC, 2021). Prezenta lucrare se va concentra pe principiul conectivității, care implică reprezentarea inter-relaționării și dependențelor dintre diverși factori care influențează capacitatea organizației de a crea valoare în timp (Giner et al., 2024). Așadar, principiul conectivității informațiilor este important pentru a oferi o imagine clară și integrată asupra activităților unei organizații și a capacității acesteia de a genera valoare pe termen scurt, mediu și lung. Acesta urmărește să ilustreze modul în care diverse tipuri de informații - cum ar fi cele financiare și nefinanciare, calitative și cantitative, interne și externe sunt interconectate în cadrul unui sistem unificat de comunicare corporativă – raportul integrat (IIRC, 2021). Chiar dacă nu este un subiect discutat pe scară largă, unele studii indică faptul că atunci când o calitate ridicată a asigurării este asociată cu o conectivitate ridicată a capitalurilor dezvăluite, aceasta duce la o reducere notabilă a asimetriei informaționale (Grassmann et al., 2022); gradul de conectivitate a capitalurilor declarate arată o relație pozitivă cu performanța financiară și nefinanciară a firmelor (Zhou et al., 2022); cu cât conținutul unui raport este mai conectat, cu atât mai mari sunt comprehensibilitatea, coerența și concizia acestuia (Busco et al., 2019). Totodată, conectivitatea și utilitatea unui raport integrat sunt sporite atunci când acesta este organizat logic, prezentat clar, scris într-un limbaj direct, fără jargon și include funcții de navigare utile, cum ar fi secțiuni clar marcate (dar corelate) și referințe încrucișate. În acest context, tehnologia informației și comunicațiilor poate îmbunătăți capacitatea de a căuta, combina, accesa, personaliza, conecta, analiza sau reutiliza informații (IIRC, 2021).

Prin urmare, studiul nostru își propune să investigheze modul în care metoda de raportare s-a dezvoltat pe parcursul a patru ani pentru doi pionieri ai raportării integrate, să urmărească cum s-au adaptat la provocările continue ale părților interesate în ceea ce privește raportarea informațiilor financiare și nefinanciare și să analizeze măsura în care principiul conectivității este aplicat în aceste rapoarte integrate. Pentru a investiga acest lucru, lucrarea este organizată după cum urmează: mai întâi, este oferită o prezentare generală a mai multor studii relevante; în continuare, descriem datele și metodologia; ulterior, realizăm o analiză descriptivă și discutăm rezultatele; și, în final, la sfârșitul lucrării, vom face un rezumat al principalelor concluzii, limite și potențiale căi pentru cercetări viitoare.

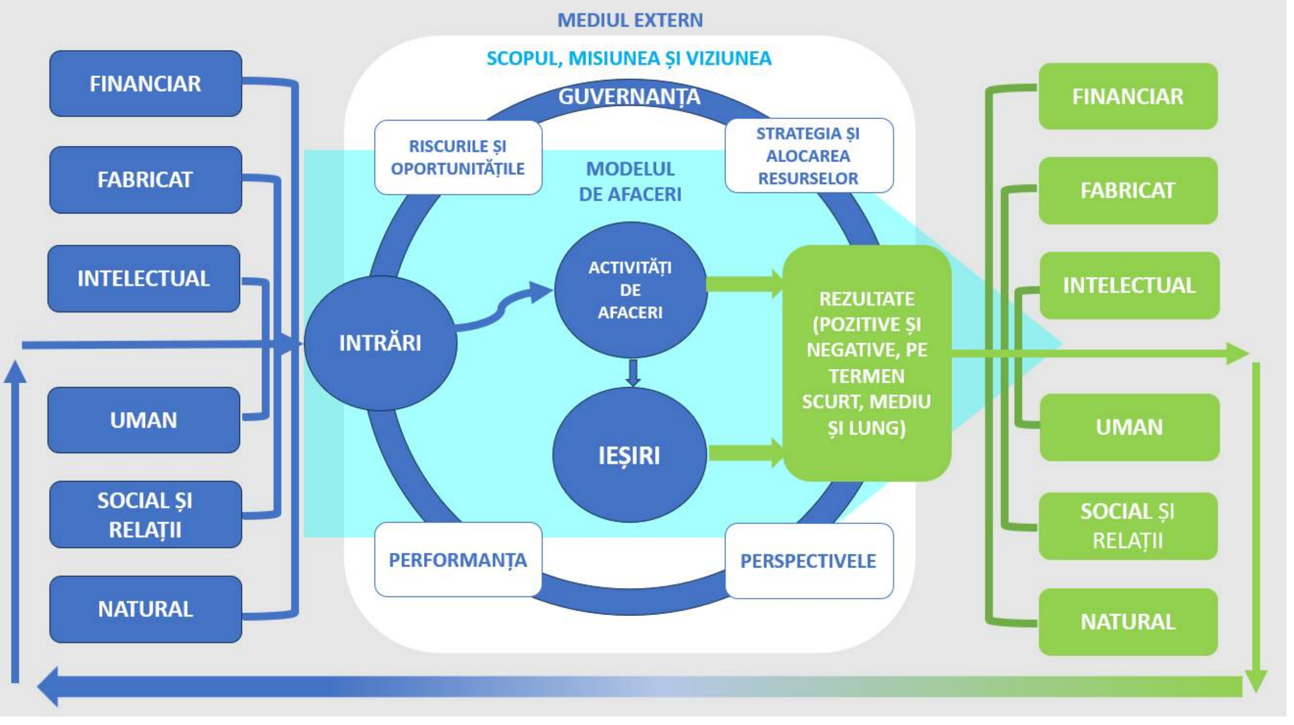
1. Revizuirea literaturii de specialitate

Rapoartele anuale scrise și prezentate pe scurt și concis, cu imagini incluse, sunt mai ușor de înțeles. Companiile utilizează aceste rapoarte grafice financiare pentru a modela percepția pozitivă a cititorului asupra succesului unei companii printr-o prezentare selectivă, formând astfel o strategie de gestionare a impresiei (Taşoğlu et al., 2024). Deși rapoartele de sustenabilitate oferă informații esențiale nefinanciare pentru părțile interesate și investitori, integrarea datelor financiare cu principiile de sustenabilitate, management și raportare va produce rezultate semnificativ mai bune (Taşoğlu et al., 2024). O serie recentă de literatură evaluează capacitatea raportării integrate de a transmite informații valoroase despre performanța firmei și procesele de creare de valoare, investigând astfel capacitatea acesteia de a crește calitatea, mai degrabă decât cantitatea, informațiilor divulgate (Cortesi & Vena, 2019). Prin urmare, raportarea integrată își propune să îmbunătățească calitatea informațiilor disponibile furnizorilor de capital financiar, încurajând companiile să adopte o abordare holistică și eficientă a raportării corporative, care se bazează pe diverse elemente ale raportării, cu mențiunea că firmele ar trebui să comunice factorii care le afectează în crearea de valoare (Fayad et al., 2024). O vizualizare mai bună a procesului prin care se creează, păstrează sau erodează valoarea poate fi regăsită în **Figura nr. 1**.

Un aspect esențial al cadrului internațional de raportare integrată (IIRC, 2021) este procesul continuu prin care organizațiile creează, mențin sau diminuează valoarea în timp. Așa cum se menționează în acest cadru, valoarea nu este întotdeauna generată automat; în schimb, ea poate fi păstrată atunci când utilizarea de către o organizație a diverselor capitaluri rămâne constantă sau poate scădea din cauza unor alegeri strategice sau operaționale necorespunzătoare. Acest proces complex este influențat de o varietate de factori interni și externi care funcționează împreună. Pentru a gestiona provocările externe, organizațiile trebuie să identifice continuu riscurile și oportunitățile, să își ajusteze strategiile și să aloce resursele în mod corespunzător. În consecință, performanța devine un element esențial de feedback pentru luarea deciziilor, consolidată de sistemele de evaluare și monitorizare. În plus, cadrul integrat al raportării subliniază faptul că acest proces este dinamic, necesitând revizuirea regulată a tuturor componentelor implicate pentru a încuraja crearea de valoare durabilă și a asigura reziliența organizațională pe termen lung (IIRC, 2021).

Studiile anterioare prezintă dovezi privind influența pozitivă a raportării integrate asupra diferitelor tipuri de creare de valoare. De exemplu, Cortesi și Vena (2019) examinează impactul adoptării voluntare a raportării integrate în 636 de companii din 57 de țări, pe o perioadă de 15 ani, din 2003 până în 2017. Constatările lor indică faptul că raportarea integrată îmbunătățește transparența corporativă și diminuează asimetriile informaționale, crește calitatea câștigurilor per acțiune raportate, dar nu afectează pozitiv relevanța valorii contabile. Velte (2022) oferă o perspectivă diferită, prezentând o abordare cuprinzătoare a factorilor de guvernanță, performanță financiară și nefinanciară și raportare care influențează raportarea integrată și rolul acestora în creșterea valorii firmei, prin intermediul unei analize a literaturii de specialitate a 85 de studii de arhivă, evaluate de colegi, pe această temă. Cercetările sale indică faptul că componența consiliilor de administrație și presiunea părților interesate îmbunătățesc considerabil calitatea raportării integrate. În plus, atât performanța financiară, cât și cea nefinanciară încurajează adoptarea și îmbunătățirea sporită a practicilor de raportare integrată. Există, de asemenea, o relație benefică între adoptarea și calitatea raportării integrate și îmbunătățirile în evaluarea companiei, ceea ce duce la indicatori de performanță generală mai buni.

Figura nr. 1. Procesul prin care valoarea este creată, păstrată sau erodată



Sursa: preluat de autori din IIRC (2021; pp. 22)

În ceea ce privește principiul conectivității, Tirado-Valencia et al. (2024) examinează dacă firmele care întocmesc rapoarte integrate aderă la principiul conectivității dintre datele financiare și cele nefinanciare. Constatările lor relevă niveluri scăzute de conectivitate, indicând faptul că aceste firme nu au îmbrățișat pe deplin acest principiu. Cu toate acestea, analiza sugerează, de asemenea, că influențele instituționale coercitive și normative, împreună cu deciziile manageriale, sporesc conectivitatea. Un alt studiu, realizat de Grassmann et al. (2019), examinează asocierea dintre caracteristicile economice la nivel de firmă și gradul de conectivitate dezvăluită a capitalurilor prin analiza de regresie. Constatările indică o eterogenitate ridicată în ceea ce privește gradul de conectivitate dintre capitaluri în practicile actuale de raportare integrată. Gradul de conectivitate dezvăluit al capitalurilor arată o relație pozitivă cu performanța financiară și nefinanciară a firmelor, precum și cu influența acționarilor strategici și a furnizorilor de datorii. În schimb, este legată negativ de complexitatea modelului de afaceri și de un mediu de piață competitiv. Aceiași autori (Grassmann et al., 2022) analizează relația dintre asigurare, conectivitatea raportată a capitalurilor și asimetria informațională prin intermediul unei analize de conținut a 176 de rapoarte de asigurare găsite în cele 269 de rapoarte integrate ale companiilor Forbes Global 2000, publicate între 2013 și 2015. Rezultatele indică faptul că, atunci când o calitate ridicată a asigurării este asociată cu o conectivitate ridicată a capitalurilor, aceasta duce la o reducere notabilă a asimetriei informaționale. Abordarea lui Zinsou (2018) a urmărit să înțeleagă modul în care volumul informațiilor nefinanciare și starea de conectivitate evaluată sunt combinate cu informațiile financiare care urmează să fie comunicate utilizatorilor. Concluziile autorului sugerează că principiul conectivității, care definește perfect caracterul integrat al unui raport, este respectat doar moderat de către companiile din eșantion.

2. Metodologia de cercetare și colectarea datelor

Metodologia noastră constă într-o analiză calitativă a conținutului rapoartelor integrate ale companiei daneze de asistență medicală Novo Nordisk și ale companiei elvețiene de asistență medicală Novartis, pe o perioadă de patru ani (2021-2024), urmată de una cantitativă. Aceste companii au fost selectate deoarece Carrie Scott, șefa departamentului de management al mărcii corporative și al reputației Novartis, a menționat în raportul *ACCA Insights into integrated reporting 2.0: walking the talk*, că Novartis beneficiază de schimbul de cunoștințe cu omologii săi de la Novo Nordisk, raport prezentat în raportul ACCA Insights into Integrated Reporting din 2016. Analiza s-a bazat și pe statistici descriptive, rezumând observațiile pentru a transmite cât mai multă informație într-un mod cât mai simplu posibil. Acestea sunt prezentate concis pentru a evidenția caracteristicile de bază ale datelor dintr-un studiu, cum ar fi scorul total, media, mediana, scorul minim și scorul maxim. Primul nostru pas a constat în descărcarea rapoartelor integrate din perioada 2021-2024 de pe site-ul web al fiecărei companii. Următorul nostru pas a constat în colectarea de date generale din rapoartele integrate, cum ar fi: numărul total de pagini pentru fiecare raport, numărul total de cuvinte, de câte ori au fost menționate cuvinte precum „ESG” și derivate ale cuvântului „sustenabilitate”.

După extragerea informațiilor generale din rapoartele integrate, am măsurat conectivitatea rapoartelor integrate ale companiilor selectate. În măsurarea conectivității, am urmat metodologia abordată de Tirado-Valencia et al. (2024). Mai întâi, am determinat dimensiunile conectivității (**Tabelul nr. 1**), apoi am procedat la codificarea nivelurilor de conectivitate pe o scală de la 0 la 3. Se acordă un scor de 0 atunci când elementele din fiecare dimensiune nu au conexiuni, iar conținutul este prezentat într-un stil detașat, excesiv de narativ. Se acordă un scor de 1 atunci când există puține conexiuni între aspectele dimensiunilor, deși acestea sunt minime. Se acordă un scor de 2 atunci când conexiunile sunt frecvente și sunt disponibile elemente de susținere care clarifică interrelațiile (de exemplu, tabele, diagrame, grafice, figuri). Scala atinge valoarea 3 atunci când conexiunile sunt foarte frecvente, iar numeroase elemente ajută la ilustrarea interdependențelor, îmbogățite în continuare de diverse suporturi vizuale (de exemplu, pictograme, coduri de culoare, link-uri interactive).

Tabelul nr. 1. Dimensiunile conectivității

Conectivitatea dintre capitaluri	Cele șase categorii de capitaluri sunt prezentate împreună cu interconexiunile lor, cum ar fi implicațiile financiare ale inițiativelor de mediu. Această secțiune descrie fluxurile de capital și semnificația lor în crearea de valoare, prezentând indicatori cheie pentru a evalua intrările, ieșirile și rezultatele acestora. Capitalurile sunt asociate cu elemente suplimentare ale cadrului de Raportare Integrată, inclusiv legăturile lor cu obiectivele strategice, planurile de acțiune, evaluările riscurilor și obiectivele de dezvoltare durabilă (SDG). Capitalurile afectate sunt identificate la examinarea principiilor fundamentale de raportare a sustenabilității, cum ar fi implicarea părților interesate, analiza materialității și răspunsurile strategice.
Conectivitatea dintre informații de natură diferită	Raportul prezintă conexiunile dintre informațiile financiare și cele nefinanciare (de exemplu, indicatorii cheie de performanță (KPI) financiari și nefinanciari sunt corelați). Aceasta include referințe pe termen lung și oferă previziuni pentru datele legate de strategia pe termen mediu și lung. Informațiile cantitative completează și îmbunătățesc înțelegerea aspectelor calitative (de exemplu, conținutul narativ este suplimentat cu tabele care prezintă principalii KPI).
Interactivitatea raportului	Raportul face conexiuni cu diverse surse de informații, permițând utilizatorilor să navigheze prin secțiunile cuprinsului. Acesta include linkuri interne, utilizând hyperlinkuri sau instrumente de navigare. În plus, raportul oferă acces la resurse externe, îmbunătățind înțelegerea materialului prin hyperlinkuri sau coduri QR.

Sursa: prelucrările autorilor, conform Tirado-Valencia et al. (2024)

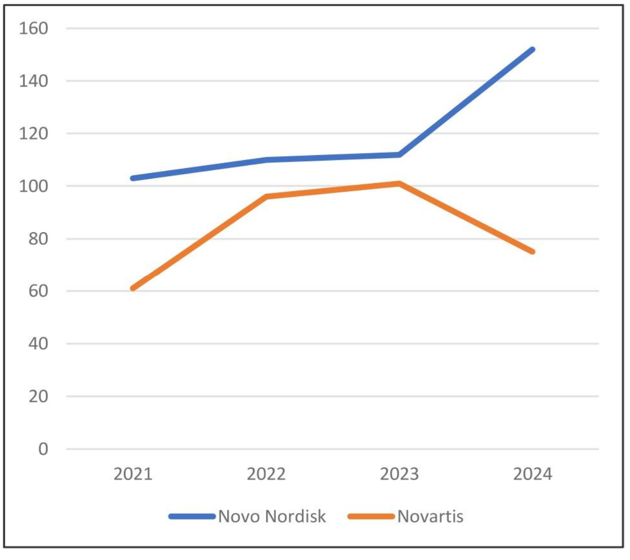
Novo Nordisk este o companie daneză din domeniul sănătății care se poziționează ca lider mondial în îngrijirea diabetului și este una dintre primele companii care au adoptat One Report (Raportul Integrat). Prin furnizarea de informații integrate, Novo Nordisk evidențiază legătura dintre practicile sale de afaceri sustenabile, înrădăcinate în abordarea Triple Bottom Line, și performanța sa financiară (Eccles & Krzus, 2010). Povestea lor începe în 1923, când două companii mici au început producția noului medicament revoluționar, insulina. În 1989, au decis să fuzioneze, rezultând astfel compania Novo Nordisk. Acestea s-au extins rapid, ocupând poziții de lider în îngrijirea diabetului, a obezității, a hemofiliei și a terapiilor pentru tulburări endocrine rare (Novo Nordisk, 2025). Și autorii De Villiers et al. (2014) au determinat selecția acestei companii, care a fost menționată ca una din pionierii raportării integrate. Novartis este specializată în medicamente inovatoare, concentrându-se pe cercetarea, dezvoltarea, fabricarea, distribuția, marketingul și vânzarea unei game largi de produse farmaceutice. În 2024, medicamentele sale au ajuns la 296 de milioane de pacienți din întreaga lume (Novartis, Raport Integrat 2024). Această companie a fost selectată deoarece face parte din aceeași industrie ca Novo Nordisk. Studiul nostru va analiza modul în care metoda lor de raportare s-a dezvoltat pe parcursul perioadei de patru ani pentru a vedea cum s-au adaptat la provocările continue ale părților interesate în ceea ce privește raportarea informațiilor financiare și nefinanciare, în principal pentru a înțelege dacă principiul conectivității este aplicat în aceste rapoarte integrate.

3. Rezultate și discuții

Primul aspect analizat se referă la informațiile generale ale Novo Nordisk și Novartis: numărul total de pagini ale raportului integrat și lungimea secțiunilor narative măsurată în cuvinte per document.
După cum se poate observa în **Figura nr. 2**, rapoartele integrate ale ambelor companii cresc ca număr de pagini în perioada de patru ani analizată, cu excepția Novartis, al cărei număr de pagini din raportul din 2024 scade semnificativ, de la 101 pagini în 2023 la 75 de pagini în 2024. Analizând acest aspect, am observat că Raportul Integrat Novartis din 2024 a devenit mai ușor de citit decât cele anterioare, prezentând mai multe grafice și tabele.

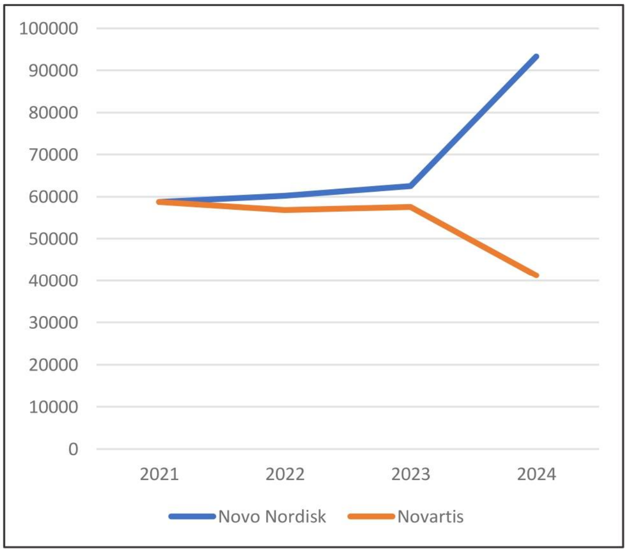
În ceea ce privește lungimea secțiunilor narative, aceeași tendință ca și în cazul numărului total de pagini se poate observa în **Figura nr. 3**, care are același raționament. Un alt aspect pe care am dorit să-l analizăm a fost frecvența cuvintelor precum „ESG” și „sustainab*”. Am luat în considerare „sustainab*” pentru a permite orice alte sufixe ale cuvântului.

Figura nr. 2. Întinderea rapoartelor integrate



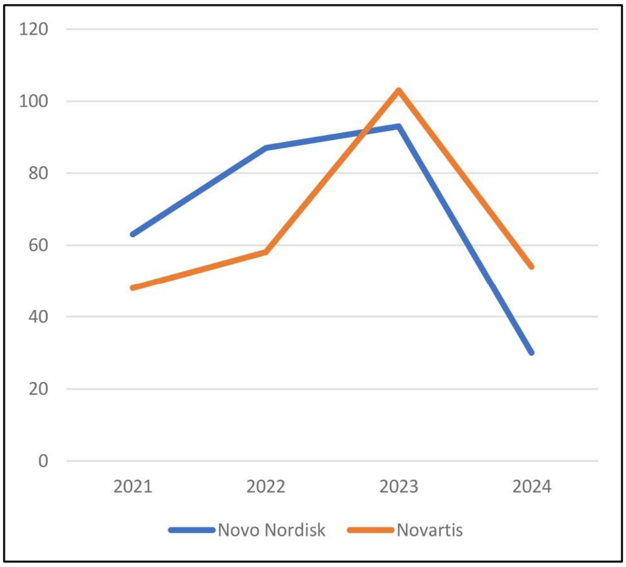
Sursa: prelucrările autorilor

Figura nr. 3. Lungimea secțiunilor narative



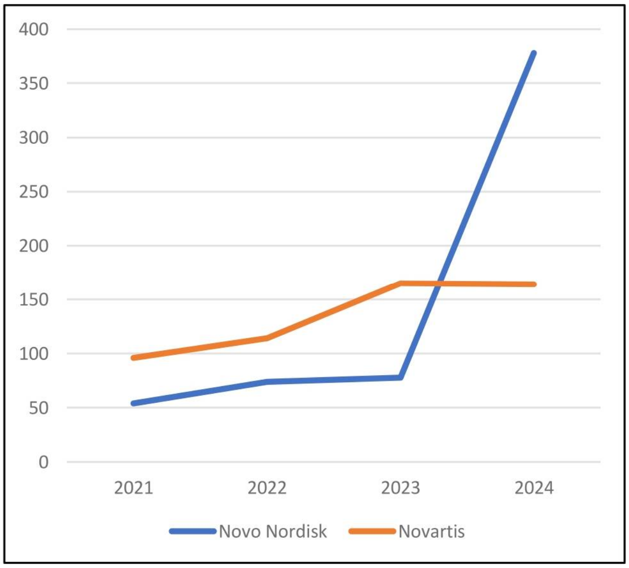
Sursa: prelucrările autorilor

Figura nr. 4. Frecvența cuvântului „ESG”



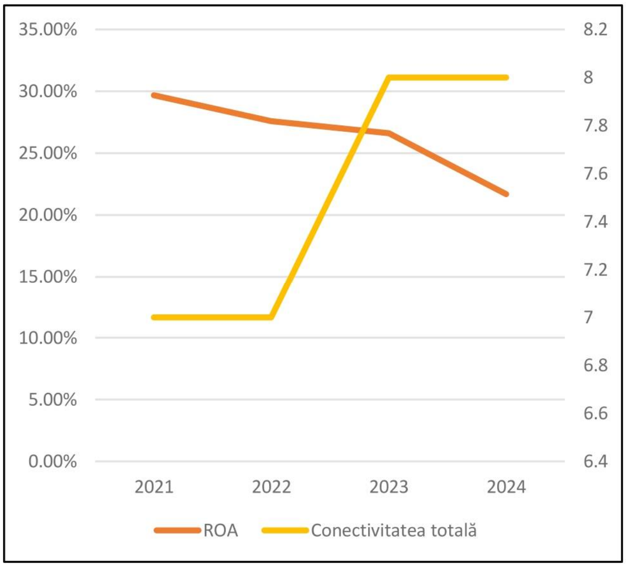
Sursa: prelucrările autorilor

Figura nr. 5. Frecvența cuvintelor derivate privind sustenabilitatea (sustainab*)



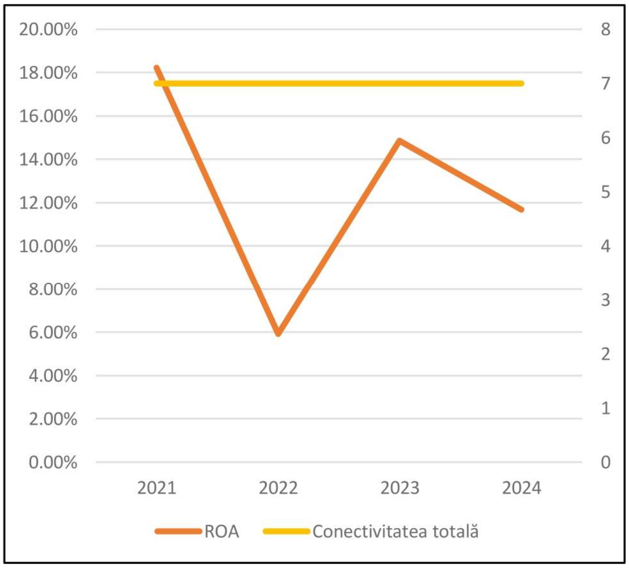
Sursa: prelucrările autorilo

Figura nr. 6. Novo Nordisk: ROA vs. Conectivitatea totală



Sursa: prelucrările autorilor

Figura nr. 7. Novartis: ROA vs. Conectivitatea totală



Sursa: prelucrările autorilor

Conform **Figurii nr. 4**, numărul de cuvinte „ESG” a crescut în primii trei ani, urmat de o scădere în al patrulea. Acest lucru s-ar putea datora faptului că ambele companii raportează aspectele ESG într-un mod mai specific, așa cum se arată în cadrele pe care le urmează. De exemplu, Novo Nordisk a început să raporteze pe baza

Standardelor Europene de Raportare privind Sustenabilitatea (ESRS) pentru anul 2024, iar Novartis a încetat să menționeze Consiliul pentru Standarde de Contabilitate pentru Sustenabilitate (SASB) atunci când a construit baza pentru pregătirea raportului.

În ceea ce privește frecvența cuvintelor legate de sustenabilitate (**Figura nr. 5**), Novartis prezintă o creștere anuală treptată. În schimb, Novo Nordisk prezintă o creștere treptată în primii trei ani, urmată de o creștere semnificativă a frecvenței în 2024. Motivul pentru aceasta ar putea fi și pregătirea raportului pe baza ESRS. Alte aspecte importante care ne-au atras atenția încă de la primele pagini sunt cuprinsul fiecărui raport. În primul rând, în cazul Novartis, pentru rapoartele din 2021 și 2022 nu au avut o secțiune dedicată aspectelor ESG sau de sustenabilitate, dar acestea au fost menționate pe tot parcursul raportului. Pentru anul 2023 au dedicat două subcapitole acestor aspecte, și anume unul intitulat „Strategia noastră ESG", care a făcut parte din capitolul privind mediul operațional și strategia companiei, și unul intitulat „Sustenabilitatea mediului", care a fost prezentat în capitolul privind performanța din 2023. În continuare, în 2024, raportul integrat cuprinde un capitol complet intitulat „Aspecte de sustenabilitate", care este apoi împărțit în aspecte de mediu, aspecte sociale și aspecte de guvernanță și integritate. În al doilea rând, în cazul Novo Nordisk, în 2021, 2022 și 2023, „Declarația ESG consolidată" a fost prezentată după „Situațiile financiare consolidate". Cu toate acestea, în 2024, o schimbare a adus „Declarația de sustenabilitate" înaintea „Situațiilor financiare și informațiilor suplimentare". Un motiv pentru care ambele companii poziționează aspectele legate de sustenabilitate înaintea celor financiare este de a se conforma presiunilor părților interesate pentru o mai mare transparență în ceea ce privește aspectele ESG, prin comunicarea strategiei lor de afaceri și a creării de valoare, perpetuând ideea dezvoltării durabile a companiei.

În plus, am analizat conținutul rapoartelor celor două companii pentru a evalua nivelurile de conectivitate în cele trei dimensiuni definite. Deși recunosc natura subiectivă a măsurătorilor analizei de conținut, această metodologie este una dintre cele mai utilizate pentru analiza rapoartelor nefinanciare (Dumay et al., 2016). În ceea ce privește scorurile de conectivitate atribuite ambelor companii, ambele companii au obținut scorul maxim pentru interactivitatea raportului, având hyperlink-uri, link-uri către diverse informații suplimentare și un cuprins interactiv. În ceea ce privește conectivitatea dintre capitaluri, scorurile au fost similare, principalele conexiuni fiind între capitalul financiar prin investiții și capitalul intelectual prin cercetare și dezvoltare; capitalul financiar prin ajutoare și capitalul social și relațional prin diferite categorii de pacienți; capitalul financiar prin investiții, capitalul fabricat prin instalații și capitalul natural prin energie regenerabilă etc. Cel mai mic scor a fost obținut de conectivitatea dintre informațiile financiare și cele nefinanciare. Au fost prezentate foarte puține informații cu privire la, de exemplu, costurile mai multor activități de mediu sau costurile de instruire a angajaților cu privire la aspecte de sustenabilitate sau etică etc.

Considerând că scorul maxim al companiilor ar putea fi 9, media rezultată de 7,26 și mediana de 7,00 indică faptul că rapoartele integrate conectează în principal mai mulți factori, dar nu sunt complet conectate. Așa cum s-a menționat anterior, conectivitatea dintre informațiile financiare și cele nefinanciare a obținut cel mai slab rezultat (1,63; 2,00), iar interactivitatea raportului a obținut cel mai bun rezultat (3,00; 3,00). În încercarea de a determina dacă scorul total de conectivitate este legat de rentabilitatea activelor (ROA), am creat o figură suprapusă a ambilor parametri. După cum se poate observa în **Figurile nr. 6 și 7**, tendințele ROA sunt inconsistente cu tendințele scorului total de conectivitate, indicând faptul că acestea sunt independente una de cealaltă.

4. Concluzii, limite și perspective pentru viitoare cercetări

Raportarea integrată pledează pentru o abordare holistică a conectivității, care promovează existența unei gândiri integrate, care descompune compartimentele informaționale și facilitează dialogul între unitățile funcționale. Această schimbare de mentalitate ar trebui să ofere părților interesate externe raportări de calitate superioară, care să reprezinte compromisurile dintre diverse conținuturi și să adopte o abordare pe termen lung pentru crearea de valoare durabilă. În ceea ce privește principiul conectivității, rezultatele noastre sunt în concordanță cu cele ale lui Tirado-Valencia et al. (2024) și Zinsou (2018), care afirmă că principiul conectivității este respectat doar moderat la pregătirea și divulgarea informațiilor prin intermediul rapoartelor integrate. Media rezultată de 7,26 indică faptul că rapoartele integrate conectează în principal mai mulți factori, dar nu sunt conectate pe deplin și în mod sincer. Aceasta poate fi o cauză a diferențelor care rezidă în alegerea cadrului prin care raportează.

Un alt aspect important care ne-a atras atenția încă de la primele pagini este cuprinsul fiecărui raport. În primul rând, în cazul Novartis, rapoartele din 2021 și 2022 nu au avut o secțiune dedicată aspectelor ESG sau de sustenabilitate, dar acestea au fost menționate pe parcursul raportului. Pentru anul 2023, au fost dedicate două subcapitole acestor aspecte, și anume unul intitulat „Strategia noastră ESG”, care a făcut parte din capitolul privind mediul operațional și strategia companiei, și unul intitulat „Sustenabilitatea mediului”, care a fost prezentat în capitolul privind performanța din 2023. În continuare, în 2024, raportul integrat cuprinde un capitol complet intitulat „Aspecte de sustenabilitate”, care este apoi împărțit în aspecte de mediu, aspecte sociale și aspecte de guvernanță și integritate. În al doilea rând, în cazul Novo Nordisk, în 2021, 2022 și 2023, „Declarația ESG consolidată” a fost prezentată după „Situațiile financiare consolidate”. Cu toate acestea, în 2024, o schimbare a adus „Declarația de sustenabilitate” înaintea „Situațiilor financiare și informațiilor suplimentare”. Un motiv pentru care ambele companii poziționează aspectele legate de sustenabilitate înaintea celor financiare este de a se conforma presiunilor părților interesate pentru o mai mare transparență în ceea ce privește aspectele ESG, prin comunicarea strategiei lor de afaceri și a creării de valoare, perpetuând ideea dezvoltării durabile a companiei.

Implicațiile studiului nostru sunt numeroase. Acesta poate servi drept punct de plecare pentru normalizarea cadrelor de raportare privind companiile din domeniul sănătății și specificarea a ceea ce este esențial de dezvăluit, permițând utilizatorilor rapoartelor integrate să beneficieze de comparabilitatea acestora. În plus, studiul nostru poate acționa ca un semnal de alarmă pentru practicieni, pentru a respecta principiul conectivității atunci când pregătesc rapoarte integrate, permițând utilizatorilor să acceseze informațiile relevante într-un mod mai eficient și cuprinzător. În cele din urmă, studiul nostru poate fi extins, oferind oportunitatea de a dezvolta studiul și de a analiza în continuare dezvoltarea raportării integrate, subliniind importanța respectării principiului conectivității, pentru a îmbunătăți calitatea acestor rapoarte și pentru a le face cât mai accesibile oricărei părți interesate. Limitarea studiului nostru constă în subiectivitatea determinării scorurilor de conectivitate cauzate de interferența umană. O altă limitare este eșantionul studiului format din doar două companii din aceeași industrie, ceea ce nu ne permite să facem generalizări. În plus, deși principiile raportării integrate sunt universale, cadrul prin care ambele companii raportează diferă, una dintre ele raportează după ESRS, iar cealaltă nu. În ceea ce privește cercetările viitoare, ar fi utilă extinderea eșantionului de companii și încercarea eliminării subiectivității autorilor în evaluarea nivelurilor de conectivitate, prin aducerea mai multor informații de la diferiți autori, ducând astfel la rezultate normalizate.

Referințe bibliografice

Articole

1. Abu Hamour, A. M., Saleh, M. M. A., Abdo, K. K., Alzu'bi, A. K. A., Alnsour, E. A., & Jwaifel, A. M. Y. (2024). The effect of financial reporting quality on earnings quality of industrial companies. *Corporate and Business Strategy Review*, *5*(2), 38–50. https://doi.org/10.22495/cbsrv5i2art4
2. Ahmed, M. M. A., & Hassan, D. K. A. S. A. (2025). Integrated reporting in accounting research from 2013 to 2022: A systematic literature review and future research directions. *Meditari Accountancy Research*, *33*(1), 296–334. https://doi.org/10.1108/MEDAR-01-2024-2317
3. Beard, M. N., & De Giacomo, M. R. (2025). Which sustainable business model archetypes are more prevalent? An analysis of small and medium-sized enterprises. *Journal of Cleaner Production*, *504*, 145240. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145240
4. Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, *65*, 42–56. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039
5. Busco, C., Malafronte, I., Pereira, J., & Starita, M. G. (2019). The determinants of companies' levels of integration: Does one size fit all? *The British Accounting Review*, *51*(3), 277–298. https://doi.org/10.1016/j.bar.2019.01.002
6. Cortesi, A., & Vena, L. (2019). Disclosure quality under Integrated Reporting: A value relevance approach.

Journal of Cleaner Production, *220*, 745–755. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.155

7. De Villiers, C., Dimes, R., La Torre, M., & Molinari, M. (2024). The International Sustainability Standards Board's (ISSB) past, present, and future: Critical reflections and a research agenda. *Pacific Accounting Review*, *36*(2), 255–273. https://doi.org/10.1108/PAR-02-2024-0038
8. Dumay, J., Bernardi, C., Guthrie, J., & Demartini, P. (2016). Integrated reporting: A structured literature review. *Accounting Forum*, *40*(3), 166–185. https://doi.org/10.1016/j.accfor.2016.06.001
9. Fayad, A. A. S., Binti Mohd Ariff, A. H., Ooi, S. C., Ahmi, A., & Khatib, S. F. A. (2024). Towards concise reporting through integrated reporting: A bibliometric review. *Meditari Accountancy Research*, *32*(3), 832–856. https://doi.org/10.1108/MEDAR-10-2021-1470
10. Frias-Aceituno, J. V., Rodríguez-Ariza, L., & Garcia-Sánchez, I. M. (2014). Explanatory Factors of Integrated Sustainability and Financial Reporting. *Business Strategy and the Environment*, *23*(1), 56–72. https://doi.org/10.1002/bse.1765
11. Giner, B., Pardo, F., & Barreto, C. (2024). Interconnecting financial and sustainability information: Does the multi-capital approach explain adherence to the IIRC framework? *Spanish Journal of Finance and Accounting / Revista Española de Financiación y Contabilidad*, *53*(4), 395–426. https://doi.org/10.1080/02102412.2023.2288408
12. Grassmann, M., Fuhrmann, S., & Guenther, T. W. (2019). Drivers of the disclosed "connectivity of the capitals": Evidence from integrated reports. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, *10*(5), 877–908. https://doi.org/10.1108/SAMPJ-03-2018-0086
13. Grassmann, M., Fuhrmann, S., & Guenther, T. W. (2022). Assurance quality, disclosed connectivity of the capitals and information asymmetry – An interaction analysis for the case of integrated reporting. *Meditari Accountancy Research*, *30*(3), 852–892. https://doi.org/10.1108/MEDAR-11-2020-1087
14. Hichri, A. (2023). Audit quality, value relevance, integrated reporting and the moderating role of business ethics: Evidence from European ESG firms. *Review of Accounting and Finance*, *22*(5), 663–681. https://doi.org/10.1108/RAF-03-2023-0073
15. Kim, Y., Park, M. S., & Wier, B. (2012). Is Earnings Quality Associated with Corporate Social Responsibility? *The Accounting Review*, *87*(3), 761–796. https://doi.org/10.2308/accr-10209
16. Lehenchuk, S., Zhyhlei, I., Ivashko, O., & Gliszczyński, G. (2023). The Impact of Sustainability Reporting on Financial Performance: Evidence from Turkish FBT and TCL Sectors. *Sustainability*, *15*(20), 14707. https://doi.org/10.3390/su152014707
17. Leukhardt, L., Charifzadeh, M., & Diefenbach, F. (2022). Does integrated reporting quality matter to capital markets? Empirical evidence from voluntary adopters. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *29*(5), 1482–1494. https://doi.org/10.1002/csr.2285
18. Malafronte, I., & Pereira, J. (2025). What comes first? The chicken–egg relationship between integrated thinking and reporting. *Journal of Management and Governance*. https://doi.org/10.1007/s10997-025-09738-y
19. Martínez-Ferrero, J., Garcia-Sanchez, I. M., & Cuadrado-Ballesteros, B. (2015). Effect of Financial Reporting Quality on Sustainability Information Disclosure. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *22*(1), 45–64. https://doi.org/10.1002/csr.1330
20. Minutiello, V., & Tettamanzi, P. (2022). The quality of nonfinancial voluntary disclosure: A systematic literature network analysis on sustainability reporting and integrated reporting. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *29*(1), 1–18. https://doi.org/10.1002/csr.2195
21. Taşoğlu, N. P., Akbulut, D., & Acer, A. (2024). The Role of Sustainability Statements in Investor Relations: An Analysis of the Annual Reports of Airline Companies. *Sustainability*, *16*(7), 2714. https://doi.org/10.3390/su16072714
22. Thawani, B., Panigrahi, T., & Bhatia, M. (2024). Eleven years of integrated reporting: A bibliometric analysis. *International Journal of Disclosure and Governance*, *21*(4), 666–684. https://doi.org/10.1057/s41310-024-00229-4
23. Velte, P. (2022). Archival research on integrated reporting: A systematic review of main drivers and the impact of integrated reporting on firm value. *Journal of Management and Governance*, *26*(3), 997–1061. https://doi.org/10.1007/s10997-021-09582-w
24. Vitale, G., Cupertino, S., & Riccaboni, A. (2023). The effects of mandatory non-financial reporting on financial performance. A multidimensional investigation on global agri-food companies. *British Food Journal*, *125*(13), 99–124. https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2022-0545
25. Yoon, B., Lee, J. H., & Cho, J. H. (2024). Corporate Social Responsibility and Financial Performance: New Evidence from the Korean Market. *Sage Open*, *14*(2),

21582440241255196. https://doi.org/10.1177/21582440241255196
26. Zhou, G., Liu, L., & Luo, S. (2022). Sustainable development, ESG performance and company market value: Mediating effect of financial performance. *Business Strategy and the Environment*, *31*(7), 3371–3387. https://doi.org/10.1002/bse.3089
27. Zinsou, K. M. C. (2018). Integrated or non-integrated reports: French listed companies at a crossroads? *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, *9*(3), 253–288. https://doi.org/10.1108/SAMPJ-09-2017-0114
28. Srivastava, A. and Anand, N. (2023) Six decades of corporate disclosure research: a bibliometric review, *Managerial Finance*, 50(4), pp. 768–790. https://doi.org/10.1108/mf-01-2023-0020.
29. Lüdeke-Freund, F. (2019). Sustainable entrepreneurship, innovation, and business models: Integrative framework and propositions for future research. *Business Strategy and the Environment*, 29(2), 665–681. https://doi.org/10.1002/bse.2396

Cărți

1. Eccles R., Krzus, M.P., Tapscott, D. (2010). One Report: Integrated Reporting for a Sustainable Strategy, *John Wiley & Sons*, Hoboken, New Jersey, ISBN 978-0-470-58751-5
2. Weygandt, J., Kieso, D. E., Kimmel, P. D., Trenholm, B., Warren, V., & Novak, L. E. (2019). Accounting principles, Volume 2, 8th Canadian Edition. *Wiley,* ISBN 978-1-11950222-7
3. Lüdeke-Freund, F., Breuer, H. Massa, L. (2022). Sustainable Business Model Design: 45 Patterns.

Link-uri

1. ACCA. Insights into integrated reporting 2.0. Disponibil la: https://integratedreporting.ifrs.org/resource/acca-insights-into-integrated-reporting-2-0-walking-the-talk/ (accesat 15.04.2025)
2. KPMG 2024 Sustainability Survey: https://kpmg.com/dk/en/esg/survey-of-sustainability-reporting-2024.html (accesat 15.03.2025)
3. International Integrated Reporting Council (IIRC), 2021. *International <IR> Framework*. Ediție revizuită. Disponibilă la: https://www.integratedreporting.org/resource/international-ir-framework/ (accesat 15.04. 2025)
4. Novo Nordisk 2021 Integrated Report: https://www.novonordisk.com/sustainable-business/esg-portal/integrated-reporting.html (accesat 05.04. 2025)
5. Novo Nordisk 2022 Integrated Report: https://www.novonordisk.com/sustainable-business/esg-portal/integrated-reporting.html (accesat 05.04. 2025)
6. Novo Nordisk 2023 Integrated Report: https://www.novonordisk.com/sustainable-business/esg-portal/integrated-reporting.html (accesat 05.04. 2025)
7. Novo Nordisk 2024 Integrated Report: https://www.novonordisk.com/sustainable-business/esg-portal/integrated-reporting.html (accesat 05.04. 2025)
8. Novartis 2021 Integrated Report: https://www.novartis.com/investors/reporting-and-transparency-hub/reporting-archive (accesat 05.04. 2025)
9. Novartis 2022 Integrated Report: https://www.novartis.com/investors/reporting-and-transparency-hub/reporting-archive (accesat 05.04. 2025)
10. Novartis 2023 Integrated Report: https://www.novartis.com/investors/reporting-and-transparency-hub/reporting-archive (accesat 05.04. 2025)
11. Novartis 2024 Integrated Report: https://www.novartis.com/news/media-library/novartis-society-integrated-report-2024 (accesat 05.04. 2025)

Reglementări

1. Directiva 2022/2464/UE a Parlamentului european și a Consiliului din 14.12.2022 de modificare a Regulamentului (UE) nr. 537/2014, a Directivei 2004/109/CE, a Directivei 2006/43/CE și a Directivei 2013/34/UE în ceea ce privește raportarea privind durabilitatea de către întreprinderi (CSRD)
2. Ordinul ministrului finanţelor publice nr. 1.802/2014 pentru aprobarea Reglementărilor contabile privind situaţiile financiare anuale individuale și situaţiile financiare anuale consolidate, publicat în Monitorul Oficial nr. 963/30.12.2014, cu modificările și completările ulterioare.

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *15-34*
ISSN on-line: 1844-8801

Lucrare prezentată la cel de-al IX-lea Congres al profesiei de auditor financiar din România

Evoluția raportărilor de sustenabilitate și provocările auditorilor financiari

Prof. univ.dr. habil. Ovidiu-Constantin BUNGET,
Universitatea de Vest din Timișoara,
e-mail: ovidiu.bunget@e-uvt.ro

Conf. univ. dr. Alin-Constantin DUMITRESCU,
Universitatea de Vest din Timișoara,
e-mail: alin.dumitrescu@e-uvt.ro

Drd. Oana BEZERGHEANU,
Universitatea de Vest din Timișoara,
e-mail: oana.bezergheanu97@e-uvt.ro

Lect. univ. dr. Oana BOGDAN,
Universitatea de Vest din Timișoara,
e-mail: oana.bogdan@e-uvt.ro

Cercetător dr. Valentin BURCĂ,
Universitatea de Vest din Timișoara,
e-mail: valentin.burca@e-uvt.ro

Rezumat

Studiul de față examinează evoluția raportării de sustenabilitate în sectorul energetic din România, pe baza rapoartelor a doi operatori majori pentru perioada 2011-2024. În cadrul acestuia a fost aplicată o metodologie mixtă, care cuprinde analiza frecvențelor lexicale, evaluarea comparativă a structurii și conținutului rapoartelor de sustenabilitate – înainte și după pandemia COVID-19 – și o matrice SWOT a provocărilor auditorilor non-financiari. Rezultatele evidențiază tranziția de la rapoarte voluntare, axate pe date cantitative și descrieri narative, la rapoarte obligatorii, integrate și supuse unui proces formal de asigurare, creșterea cerințelor de transparență și implementarea unui cadru metodologic riguros. Analiza SWOT subliniază robustețea disciplinară a auditului financiar tradițional, dar și lacunele generate de absența unui limbaj comun și de expertiza insuficientă în domeniul ESG (mediu, social și guvernanță), precum și potențialul oferit de digitalizare și programe de formare interdisciplinară.

Cuvinte cheie: *ESG; raportarea sustenabilității; România; BVB; CSRD; taxonomie UE;*
Clasificare JEL: *M14, Q56, M41, G38*

Vă rugăm să citaţi acest articol astfel:
Bunget, O.-C., Dumitrescu, A.-C., Bezergheanu, O., Bogdan, O., Burcă, V. (2026), The Evolution of Sustainability Reporting and Challenges of Financial Auditors, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.129-148,
DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/002

Link permanent pentru acest document:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/002
Data primirii articolului: 27.08.2025
Data revizuirii: 4.09.2025
Data acceptării: 27.12.2025

1. Introducere

În ultimele decenii, raportările de sustenabilitate au evoluat de la o inițiativă voluntară la o cerință fundamentală în business, transformând radical modul în care companiile operează și sunt evaluate. Schimbările climatice dramatice, presiunile pentru transparență și reglementările europene stricte demonstrează că performanța în domeniile ESG (mediu, social și guvernanță) nu mai reprezintă o completare opțională, ci o condiție esențială pentru supraviețuirea pe piață. În acest context, investitorii și consumatorii preferă companiile care integrează responsabilitatea în nucleul activității lor de afaceri nu doar în rapoartele periodice, iar organizațiile care înțeleg și acționează în conformitate cu această realitate vor defini viitorul economiei (Mititean & Sărmaș, 2023).

Implementarea Directivei de Raportare a Sustenabilității Corporative (CSRD) marchează un moment de cotitură în acest proces de transformare, schimbând fundamental modul în care companiile raportează practicile de sustenabilitate. Pentru prima dată această directivă extinde obligațiile de raportare de la marile corporații la întreprinderile mici și mijlocii care îndeplinesc anumite criterii de venituri sau număr de angajați, transformând astfel peisajul informațiilor de sustenabilitate și intensificând presiunea pentru transparență în mediul corporativ (Cojocaru & Onofrei, 2024).

Noile obligații CSRD generează două schimbări majore în practicile de raportare: creșterea frecvenței raportărilor și îmbunătățirea calității acestora. Companiile sunt obligate să își alinieze practicile la standardele noi și să furnizeze informații actualizate regulat, pe măsură ce obiectivele de mediu și sociale devin obligatorii. Simultan, organizațiile trebuie să dezvolte sisteme mai complexe pentru identificarea și gestionarea riscurilor legate de sustenabilitate. Aceste raportări detaliate nu doar că respectă cerințele legale, ci și ajută organizațiile să prevină riscurile care le-ar putea afecta reputația și situația financiară.

Toate aceste transformări creează provocări pentru auditorii financiari. Informațiile privind sustenabilitate diferă semnificativ de datele financiare tradiționale: sunt adesea descriptive în loc de numerice, se referă la planuri viitoare și provin din surse variate. Prin urmare, auditorii sunt obligați să dezvolte abilități noi, precum analizarea datelor ESG, cunoașterea standardelor de sustenabilitate și evaluarea riscurilor non-financiare.

Complexitatea acestor provocări este amplificată de absența unor reguli uniforme la nivel mondial, care complică evaluarea performanței ESG a companiilor. Coexistența mai multor standarde și cadre de raportare – Global Reporting Initiative (GRI), Sustainability Accounting Standards Board (SASB) și Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) – creează confuzie și produce rezultate inconsistente în auditul sustenabilității.

În acest context legislativ devine esențial un mecanism de asigurare solid, capabil să confirme credibilitatea informațiilor non-financiare. ISAE 3000 răspunde acestei cerințe prin extinderea principiilor de audit recunoscute în zona sustenabilității, oferind auditorilor un cadru metodologic detaliat. Prin includerea clară a definiției „criteriilor relevante”, standardul asigură o fundație conceptuală pentru evaluarea indicatorilor ESG în conformitate cu CSRD. În plus, adaptarea procedurilor de obținere a probei – de la testarea controalelor interne la tehnici analitice avansate – reflectă adaptarea practicilor de audit în fața complexității datelor non-financiare, garantând astfel o verificare riguroasă și credibilă a raportărilor de sustenabilitate.

Totodată, literatura de specialitate prezintă adesea o abordare fragmentată, analizând fie aspectele legislative, fie provocările practice, dar rareori integrându-le într-o viziune coerentă. Studiul de față adresează această lacună prin analiza schimbărilor normative induse de CSRD, aplicarea ISAE 300 și a dificultăților operaționale cu care se confruntă auditorii financiari în practica zilnică. Astfel, articolul urmărește patru mari obiective, și anume:

I. Evoluția în plan istoric și legislativ, respectiv impactul pandemiei asupra raportării de sustenabilitate. Identificarea etapelor majore și a evenimentelor-cheie – inclusiv impactul pandemiei COVID-19 – care au transformat raportarea de sustenabilitate, aceasta fiind esențială pentru a înțelege contextul actual în care companiile operează.

II. Clarificarea conceptuală. Un alt obiectiv al studiului este să clarifice noțiunile privind raportarea de sustenabilitate și să identifice diferențele față de practica financiară tradițională. În primul rând, conceptul de ,,materialitate” stabilește care informații contează cu adevărat pentru părțile interesate sau conceptul Triple Bottom Line, care extinde aria de analiză dincolo de profit, incluzând impactul social și cel de mediu. Spre deosebire de rapoartele financiare clasice, axate exclusiv pe cifre economice, rapoartele de sustenabilitate includ o gama diversificata de indicatori non-financiari. În sprijinul acestor concepte, teoriile contabile despre părțile interesate (stakeholderi) și legitimitate oferă fundamentul teoretic necesar, explicând de ce și cum companiile trebuie să răspundă cerințelor unei lumi care nu mai acceptă doar cifre în creștere.

III. Impactul reglementărilor. Studiul realizează o analiză sistematică a rapoartelor de sustenabilitate din sectorul energetic, comparând documentele pre- și post-pandemie în funcție de modul de structurare a conținutului, de standardele aplicate (cerințe obligatorii NFRD - ,,Non-Financial Reporting Directive" /CSRD versus cadre voluntare GRI, SASB, TCFD), de evoluția anuală a informațiilor raportate, de măsurile de asigurare conform ISAE 3000 și de selecția indicatorilor-cheie ESG. În acest cadru, sunt identificate tipologiile de reglementări care au stat la baza elaborării fiecărui raport și se evaluează impactul acestora asupra frecvenței și detaliului raportărilor, precum și asupra consistenței și comparabilității performanțelor de mediu, sociale și de guvernanță de-a lungul perioadei analizate.

IV. Provocările auditorilor. Un aspect fundamental al acestei cercetări îl constituie cartografierea sistematică a provocărilor pe care auditorii le întâlnesc. Aceștia se confruntă cu arii complexe ce depășesc limitele tehnice tradiționale: natura mixtă și adesea calitativă a datelor ESG, absența unor protocoale de verificare standardizate și inadecvarea instrumentelor de audit existente pentru evaluarea informațiilor prospective și narative. ISAE 3000 oferă auditorilor un set de cerințe și ghiduri – de la acceptarea angajamentului până la redactarea raportului – esențiale pentru validarea datelor non-financiare, însă adaptarea lor la specificul ESG rămâne un proces complex.

Pornind de la cele patru obiective menționate, propunem următoarele întrebări de cercetare:

RQ1. Care au fost etapele-cheie ce au remodelat raportarea de sustenabilitate în UE și ce evenimente le-au accelerat?

RQ2. Cum a evoluat structura și conținutul rapoartelor de sustenabilitate de la primele cadre voluntare până la implementarea cerințelor CSRD și care este impactul adoptării standardului ISAE 3000 în cadrul misiunilor de asigurare asupra indicatorilor ESG?

RQ3. Care sunt principalele dificultăți cu care se confruntă auditorii în verificarea datelor privind raportarea de sustenabilitate și ce competențe noi trebuie să dezvolte pentru a integra auditul non-financiar cu cel financiar?

Articolul își propune să urmărească evoluția standardelor de raportare de sustenabilitate prin analiza aplicării lor concrete în rapoartele anuale, să cartografieze punctele forte, slăbiciunile, provocările și oportunitățile asociate procesului de audit non-financiar și să ofere un cadru clar de orientare pentru viitoare cercetări academice în contextul actual de reglementare. Prin această abordare studiul nu doar descrie schimbările normative, ci și construiește un instrument analitic, menit să ghideze proiectarea de strategii și metodologii de audit care răspund cerințelor tot mai stricte de transparență și responsabilitate corporativă.

1. Literatura de specialitate

Evoluția literaturii de specialitate privind raportarea de sustenabilitate reflectă o transformare graduală, de la abordări voluntare și exploratorii către standardizare și asigurarea calității informațiilor ESG. Această schimbare ilustrează maturizarea progresivă a practicilor corporative la nivel global.

Primele studii (Belkaoui & Karpik, 1989; Brown & Fraser, 2006; Kolk, 2008; Spence, 2009) s-au concentrat pe înțelegerea motivelor din spatele raportării voluntare de responsabilitate socială corporativă (CSR). Folosind metode calitative și sondaje, cercetătorii au analizat comportamentul managerial prin prisma teoriei legitimității organizaționale. Ulterior, lucrări precum cele ale lui Secchi (2006) și Brammer & Pavelin (2008) au evidențiat factori precum mărimea firmei, vizibilitatea publică și presiunea pieței de capital ca determinanți cheie ai transparenței corporative.

Odată cu creșterea importanței ESG, literatura s-a orientat către aspecte tehnice, precum auditul și verificarea informațiilor non-financiare. Simnett (2012) a analizat aplicarea standardului ISAE 3000 în domeniul ESG, în timp ce Hahn & Kühnen (2013) au subliniat necesitatea unor reglementari obligatorii. Această perioadă a marcat o recunoaștere fundamentală a limitelor abordării voluntare: raportarea de sustenabilitate nu mai putea fi concepută exclusiv ca un instrument de comunicare corporativă sau de legitimare publică, ci trebuia să evolueze către un mecanism transparent, caracterizat prin aceeași rigurozitate metodologică, consistență procedurală și credibilitate instituțională care defineau standardele consolidate ale raportării financiare. Această transformare conceptuală a implicat recunoașterea faptului că informațiile ESG au o relevanță materială comparabilă cu datele financiare pentru procesele decizionale ale investitorilor, creditorilor și celorlalți stakeholderi, necesitând prin urmare implementarea unor protocoale de verificare și validare care să garanteze acuratețea, completitudinea și comparabilitatea datelor raportate. Astfel, comunitatea academică și profesională a început să conceptualizeze raportarea de sustenabilitate nu ca pe o anexă descriptivă la informațiile financiare, ci ca pe o componentă integrală a ecosistemului informațional corporativ, guvernată de principii similare de materialitate, fidela reprezentare și verificabilitate care stau la baza contabilității financiare moderne. Introducerea directivei europene NFRD și ulterior CSRD a generat studii care analizează conformitatea și eficiența acestor cadre (Cojocaru & Onofrei, 2024). Cercetătorii precum Eccles & Krzus (2018) au explorat modele de raportare integrată, arătând cum rapoartele financiare și cele de sustenabilitate pot fi combinate pentru a oferi o perspectivă holistică asupra performanței corporative.

Evenimente globale, precum pandemia de COVID-19 au servit drept catalizatori decisivi pentru accelerarea și redefinirea peisajului raportării ESG, transformând cerința de transparență dintr-o preferință a stakeholderilor într-o necesitate operațională. Aceasta a expus vulnerabilitățile profunde ale lanțurilor de aprovizionare globale și a evidențiat interdependențele complexe dintre riscurile sanitare, sociale și economice, forțând companiile să recunoască că factorii ESG nu sunt externalități manageriabile, ci determinanți fundamentali ai continuității operaționale. Simultan, intensificarea crizei climatice și implementarea recomandărilor Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD, 2017) au conturat înțelegerea că riscurile climatice reprezintă riscuri financiare materiale, necesitând integrarea considerentelor climatice în procesele de planificare strategică și raportare corporativă.

Introducerea Taxonomiei UE (2018-2020) a marcat un punct de cotitură în raportarea sustenabilității: pentru prima dată au fost enunțate criterii științifice detaliate pentru clasificarea activităților economice considerate “verzi” și pentru dezvăluirea riscurilor climatice. Împreună cu regulamentul SFDR (*Sustainable Finance Disclosure Regulation* - Regulamentul UE pentru Dezvăluiri în Domeniul Finanțelor Durabile), care impune transparență în deciziile de investiții sustenabile, acestea au format un cadru coerent de reglementare premergător CSRD, consolidând un ecosistem global de standarde și obligații de raportare. Astfel, UE nu doar a clarificat și unit terminologia ESG, ci a creat un model integrat care influențează practicile corporative și servește drept reper pentru alte jurisdicții.

Deși în ultimii ani au fost înregistrate progrese considerabile – atât în extinderea cadrului legislativ, cât și în rafinarea metodologiilor de raportare – rămân lacune esențiale care afectează eficacitatea și credibilitatea întregului sistem ESG. În primul rând, auditul non-financiar suferă din cauza absenței unor protocoale uniforme și a unor standarde de verificare recunoscute la nivel internațional, fapt care conduce la discrepanțe în calitatea și comparabilitatea rapoartelor. În al doilea rând, natura complexă a datelor ESG – care combină indicatori cantitativi și calitativi, măsurători istorice și proiecții viitoare, date locale și globale – impune dezvoltarea unor tehnici de audit specializate pentru fiecare tip de informație. În lipsa unui cadru unitar, aceste diferențe metodologice nu doar că subminează încrederea investitorilor și a celorlalți utilizatori, ci împiedică și evaluarea obiectivă a performanței de sustenabilitate.

Cercetătorii contemporani (Eccles & Krzus, 2018; Cojocaru & Onofrei, 2024) subliniază în mod convergent nevoia critică de dezvoltare a unor competențe digitale și interdisciplinare pentru analiza eficientă a datelor non-financiare, recunoscând că ecosistemul informațional ESG depășește capacitățile metodologiilor tradiționale de audit și analiză. Această nevoie devine din ce în ce mai urgentă pe măsură ce volumul și complexitatea datelor ESG cresc exponențial, iar utilizatorii acestor informații dezvoltă așteptări din ce în ce mai sofisticate privind granularitatea, frecvența și precizia raportării.

Pe măsură ce standardele ESG au evoluat de la simple ghiduri voluntare la directive legale complexe a devenit tot mai important să înțelegem cum conceptele de materialitate și Triple Bottom Line (TBL) se disting în practică de cerințele raportării financiare tradiționale. Teoriile stakeholder (parte interesată) și de legitimitate oferă o explicație esențială pentru această diferențiere, evidențiind necesitatea ca firmele nu doar să prezinte cifre economice, ci și să reflecte impactul social și de mediu al activității lor.

Conceptul de materialitate în raportarea de sustenabilitate depășește limita tradițională a raportării financiare, care se concentrează în principal pe performanța financiară și pe interesele acționarilor. Materialitatea se referă la identificarea și raportarea informațiilor relevante care afectează nu doar profitabilitatea, ci și impactul social și de mediu al companiei (Pacheco & Calderón, 2017). Conform acestui concept, organizațiile sunt încurajate să se concentreze pe acele aspecte semnificative pentru toți stakeholderii lor, inclusiv angajați, clienți și comunități, nu doar pentru investitori.

În opoziție cu raportarea financiară convențională, modelul Triple Bottom Line (TBL) propus de John Elkington în 1994 extinde evaluarea performanței organizaționale dincolo de cifrele economice, incluzând în mod egal dimensiunile socială și de mediu (Bittencourt et al., 2023). Prin recunoașterea interdependenței dintre cele trei piloni – economic, social și ambiental – TBL susține că succesul pe termen lung depinde de echilibrul acestora, oferind astfel un cadru de raportare mult mai larg decât simplii indicatori financiari.

Pentru a explica de ce și cum a apărut această schimbare de paradigmă, teoriile stakeholder și de legitimitate vin cu perspective complementare. Conform teoriei stakeholder, companiile trebuie să răspundă responsabil nu doar față de acționari, ci și față de toate părțile interesate – angajați, comunități, furnizori și clienți – iar raportarea TBL le obligă să includă aspecte sociale și de mediu pentru a reflecta aceste așteptări (Ciornei, 2024). În paralel, teoria legitimității argumentează că organizațiile trebuie să își demonstreze în mod continuu angajamentul social și de mediu pentru a câștiga și păstra încrederea publicului și a altor actori relevanți; implementarea practicilor de raportare bazate pe TBL și materialitate devine astfel un mecanism esențial de validare socială (Rocha et al., 2019).

Împreună, aceste cadre teoretice oferă explicația pentru tranziția de la o raportare strict financiară la una integrată ESG: TBL definește “ce” trebuie raportat, iar teoriile stakeholder și legitimitate explică “de ce” și “cum” aceste informații devin indispensabile pentru credibilitatea și supraviețuirea organizațiilor în contextul actual al sustenabilității.

ISAE 3000, deși anterior CSRD, răspunde, de asemenea, cerințelor privind sustenabilitatea, prin standardizarea procesului de asigurare a datelor non-financiare, inclusiv a celor referitoare la criteriile de mediu, sociale și de guvernanță (Aly & Badawy, 2024), iar adoptarea sa de către firmele de contabilitate și alți furnizori de asigurare consolidează legitimitatea pieței asigurărilor de sustenabilitate (Gillet-Monjarret, 2018). Printre principalele avantaje se numără creșterea credibilității raportărilor, care sprijină transparența și responsabilitatea organizațiilor în fața investitorilor și a părților interesate (Aly & Badawy, 2024), reducerea riscului de greenwashing prin verificare independentă a performanțelor de mediu și sociale (Abbas & Khatib, 2025; Susilo & Meiden, 2023) și pregătirea pentru reglementări viitoare tot mai stricte (Nangoy et al., 2024). Cu toate acestea, complexitatea procedurilor impuse de ISAE 3000 poate reprezenta o provocare pentru organizațiile de dimensiuni reduse, iar costurile asociate procesului de asigurare – adesea semnificative – pot constitui un obstacol, în special pentru entități din piețe emergente (Svanberg et al., 2022). De asemenea, varietatea metricilor și a standardelor ESG complică comparabilitatea și uniformitatea auditului non-financiar, subliniind necesitatea unei convergențe mai profunde în evoluția viitoare a cadrului de asigurare a sustenabilității (Nangoy et al., 2024).

Chiar dacă ISAE 3000 oferă un cadru solid, auditorii întâmpină dificultăți majore în verificarea rapoartelor de sustenabilitate, provocări alimentate de lipsa unor protocoale uniforme și de standarde clare de raportare (Rahman & Putri, 2023), de complexitatea metricilor ESG, care îmbină date cantitative și calitative (Razali et al., 2025), precum și de presiunile de timp și buget ce pot conduce la mostre reduse și dovezi mai puțin solide. În plus, deficitul de competențe specializate în multe firme de audit agravează reticența acestora de a asigura date non-financiare (Rahman & Putri, 2023; Ilias et al., 2023). Pentru a depăși aceste obstacole și a integra auditul non-financiar cu cel financiar, auditorii trebuie să-și dezvolte abordări analitice avansate (inclusiv tehnici de Big Data) (Santis & D’Onza, 2021), să se mențină la curent cu reglementările de sustenabilitate (CSRD, Taxonomie UE, SFDR) (Rahman & Putri, 2023), să adauge expertiză interdisciplinară – combinând mediu, drept și etică (Ilias et al., 2023) – și să perfecționeze competențele de comunicare pentru a transmite clar concluziile auditului și a colabora eficient cu părțile interesate (Steyn, 2020). Numai astfel asigurarea ESG poate deveni cu adevărat riguroasă, comparabilă și utilă pentru deciziile investitorilor și ale comunității largi.

2. Metodologia de cercetare

Designul metodologic al prezentei cercetări integrează o strategie mixtă de tip cantitativ-calitativ, cu accent pe analiza documentară sistematică, procesarea computațională a datelor textuale și evaluarea critică a conținutului rapoartelor de sustenabilitate. Prima dimensiune a cercetării vizează analiza cantitativă a evoluției terminologiei ESG prin evaluarea principalilor termeni folosiți în cele mai importante standarde (GRI, NFRD, TCFD, SFDR, EU Taxonomy, CSRD și IFRS S1 - ,,Cerințe generale pentru divulgarea informațiilor sustenabilității" & S2 - ,,Divulgarea riscurilor și oportunităților climatice"), procesate lingvistic în R prin tokenizare, normalizare și eliminarea cuvintelor auxiliare. Această etapă a permis evidențierea tranzițiilor semantice de la terminologia generală către termeni specifici ai sustenabilității, precum riscurile climatice sau guvernanța corporativă.

A doua componentă a metodologiei constă în analiza rapoartelor de sustenabilitate din industria energetică, comparând structura, conținutul și standardele care au stat la baza întocmirii acestora înainte și după pandemia COVID-19, pe baza conversiei textuale cu pdftools și tabulizer și a analizelor tematice din RStudio. Analiza a vizat perioada 2011–2024 pentru OMV și 2016–2024 pentru Electrica, folosind rapoartele de sustenabilitate publicate pe site-urile oficiale ale companiilor. Am selectat aceste două companii datorită reprezentativității lor în sectorul energetic și a disponibilității longitudinale a datelor ESG (continuitate anuală la OMV din 2011, respectiv debutul raportărilor la Electrica în 2016); pentru comparațiile directe între firme am restrâns intervalul la 2016–2024. Ulterior, ne-am concentrat asupra rapoartelor de audit de asigurare ESG (limitată și rezonabilă conform ISAE 3000), examinând structura documentelor pentru a identifica consistența capitolelor și a fluxului informațional.

Dimensiunea calitativă a studiului a implicat o analiză a provocărilor fundamentale cu care se confruntă auditorii ESG, marcată de complexitate metodologică, operațională și etică, iar pentru a ordona și interpreta aceste constatări empirice am realizat o matrice SWOT adaptată specificului auditului de sustenabilitate: identificând punctele forte care validează credibilitatea și consistența procedurilor, slăbiciunile generate de lipsa de standardizare și de caracterul narativ al datelor ESG, oportunitățile oferite de armonizarea normativă și de inovarea digitală în instrumentele de audit și, respectiv, amenințările reprezentate de dinamica rapidă a reglementărilor și de eterogenitatea sectorială; astfel, printr-un demers analitic, am evidențiat modul în care fiecare categorie influențează eficiența și relevanța procesului de asigurare ESG.

3. Rezultate și discuții

3.1. Analiza principalelor standarde privind raportarea de sustenabilitate

Pentru a analiza evoluția conceptelor-cheie din standardele de raportare ESG, am extras textele originale în limba engleză, disponibile în format PDF pe site-urile organizațiilor eminente, le-am convertit în text cu pdftools și tabulizer și, în RStudio, am folosit tidytext și quanteda pentru a identifica top 10 termeni cei mai frecvent întâlniți în fiecare set de documente, traducând apoi aceste cuvinte în limba română (**Figura nr. 1**).

Rezultatele obținute arată că în versiunile GRI au dominat „reporting" (raportare), „standards" (standarde) și „information" (informație), semnalând accentul pe structurarea clară a raportului; odată cu apariția SASB, cuvinte precum „financial" (financiar), „materiality" (materialitate) și „disclosure" (dezvăluire) evidențiază orientarea spre relevanța financiară și transparența datelor. Mai apoi, TCFD a introdus frecvent „climate" (climă), „risk" (risc) și „scenario" (scenariu), reflectând concentrarea asupra riscurilor climatice. Nu în ultimul rând, din analiza CSRD termeni precum „sustainability" (sustenabilitate), „governance" (guvernanță) și „stakeholder" (părți interesate) marchează extinderea cadrului ESG către guvernanță corporativă și implicarea actorilor.

Observăm că raportările de sustenabilitate se concentrau preponderent pe cifre și indicatori financiari, urmărind mai degrabă transparența cantitativă a performanțelor economice decât reflecția riscurilor non-financiare. Odată cu introducerea SASB, însă, argumentul materialității financiare („financial") a impus selectarea strategică a datelor relevante pentru evaluarea rentabilității. Ulterior, prin TCFD standardele au inclus riscurile climatice („climate", „risk", „scenario"), marcând tranziția către cele trei arii de interes – mediu, guvernanță și social – și accentuând nevoia de evaluare prospectivă a impactului asupra activității. În etapa actuală CSRD/ESRS, datele sunt centrate pe „sustainability" - sustenabilitate, „governance" - guvernanță și „stakeholder" - parte interesată, ce reflectă convergența acestor dimensiuni într-o viziune unificată de sustenabilitate și responsabilitate corporativă, în care fiecare pilon ESG susține o abordare strategică integrată, capabilă să îmbine obiectivele de performanță financiară cu cele de impact social și de mediu. .

Figura nr. 1. Top 10 cuvinte pentru standardele analizate

Sursa: proiecția autorilor

Având în vedere evoluția standardelor de raportare ESG, devine evidentă necesitatea unui cadru specific de audit care să reglementeze verificarea acestor rapoarte și să furnizeze părților interesate garanții asupra credibilității informațiilor. În acest context, standardul ISAE 3000 se impune ca instrument metodologic integrator, oferind un set clar de cerințe și proceduri pentru realizarea asigurării atât limitate, cât și rezonabile a datelor non-financiare. Prin aplicarea standardului auditorii pot aborda în mod sistematic trasabilitatea deciziilor, consistența proceselor de colectare și validarea indicatorilor sociali, de mediu și guvernanță, asigurând astfel transparența și responsabilitatea rapoartelor

Conform ISAE 3000, procesul de asigurare este structurat în cinci etape fundamentale, fiecare cu implicații metodologice și profesionale majore, mai ales în contextul extinderii obligațiilor de raportare ESG. Acceptarea misiunii presupune evaluarea precondițiilor esențiale, precum existența unor criterii adecvate, accesul la informație și asigurarea independenței profesionistului. În funcție de tipul de asigurare – limitată sau rezonabilă – cerințele de documentare și anticipare a riscurilor variază semnificativ: misiunile rezonabile impun un grad mai ridicat de certitudine și o diligență extinsă în planificarea și execuția procedurilor (ISAE 3000, art.24-32).

Planificarea misiunii implică stabilirea unei strategii coerente de identificare a riscurilor semnificative și de definire a pragurilor de materialitate. În cazul raportării de sustenabilitate, această etapă evidențiază provocările legate de natura multidimensională a informațiilor și de lipsa unor cadre metodologice uniforme. Gradul de profesionalism necesar depășește standardele tradiționale ale auditului financiar, incluzând cunoștințe avansate în domenii precum schimbările climatice, guvernanță și drepturile omului (ISAE 3000, art.33-38).

Etapa de colectare a dovezilor este reglementată în funcție de nivelul de asigurare dorit: pentru asigurarea rezonabilă auditorul trebuie să obțină dovezi suficiente și adecvate pentru a reduce riscul de exprimare a unei concluzii inadecvate la un nivel acceptabil, în timp ce în cazul asigurării limitate se urmărește obținerea unei asigurări moderate, prin proceduri predominant analitice și de interviu (ISAE 3000, art. 44-45). Aceste diferențe reflectă nevoia de adaptare metodologică, în special în raport cu conținutul calitativ și adesea narativ al rapoartelor ESG, unde verificarea factuală este mult mai dificilă.

Formularea concluziei este o etapă centrală, întrucât exprimarea opiniei – fie sub forma „nu am luat cunoștință de nicio problemă semnificativă” (asigurare limitată), fie printr-o afirmație pozitivă (asigurare rezonabilă) – afectează direct percepția de credibilitate a raportului de sustenabilitate. Conform ISAE 3000 (art. 49-52), exprimarea nivelului de încredere trebuie să fie clară, nedistorsionată și susținută de raționamente bine fundamentate.

Tabelul nr. 1. Principalele diferențe între asigurarea rezonabilă și cea limitată

Aspect	Asigurare rezonabilă	Asigurare limitată
Nivel de asigurare	Ridicat – Riscul de concluzie eronată este redus la un nivel acceptabil.	Moderat – Se reduce, dar nu se elimină, riscul exprimării unei concluzii eronate.
Tipuri de proceduri	Diverse și riguroase: proceduri de testare, inspecții, observații, recalculări și confirmări externe.	Preponderent analitice și bazate pe interviuri și observații indirecte.
Fundamentarea asigurării	Dovezi suficiente și adecvate, care permit o fundamentare solidă a concluziilor.	Dovezi limitate, care susțin doar o concluzie de natură negativă (ex. „nu am identificat…”).
Formularea concluziei	Pozitivă („În opinia noastră, informația este…”)	Negativă („Nu am identificat aspecte care să indice că informația nu este…”)
Gradul de intruziune în procese	Ridicat – implică intervenții ample în sistemele de control și raportare ale entității.	Scăzut – se bazează pe o evaluare indirectă și, adesea, pe informații deja prezentate de client.
Implicare profesională	Necesită un nivel ridicat de scepticism profesional și de documentare a fiecărei proceduri aplicate.	Necesită aplicarea judecății profesionale, dar cu o intensitate și granularitate mai redusă.

Sursa: proiecția autorilor

În etapa finală raportarea presupune structurarea clară a tuturor concluziilor, dezvăluirea limitărilor și explicarea domeniului de aplicabilitate. Claritatea, coerența și transparența sunt esențiale, în special în raport cu audiențe multiple (investitori, autorități, societate civilă). ISAE 3000 (art. 69-70) impune ca raportul să fie nu doar tehnic conform, ci și inteligibil și orientat spre utilizator, ceea ce în contextul ESG presupune o adaptare suplimentară în exprimarea riscurilor și incertitudinilor.

Conform ISAE 3000, diferența dintre asigurarea limitată și cea rezonabilă (**Tabelul nr. 1**) nu se reduce doar la intensitatea procedurilor aplicate, ci presupune o schimbare esențială a rolului și responsabilităților auditorului ESG. Într-un context în care informațiile raportate sunt adesea narative, dificil de verificat prin metode tradiționale și influențate de factori organizaționali și societali, alegerea nivelului de asigurare trebuie privită ca un echilibru între eficiența practică și responsabilitatea profesională.

Asigurarea limitată, bazată în principal pe proceduri analitice și verificări mai puțin detaliate, poate conduce la o validare formală, uneori insuficientă pentru utilizatori cu așteptări ridicate. În schimb, asigurarea rezonabilă, prin rigoarea și amploarea testărilor implicate, oferă un grad mai înalt de credibilitate, dar necesită expertiză extinsă și o implicare semnificativă în procesele de raportare ale entității.

Astfel, ISAE 3000 nu stabilește un model fix, ci propune un cadru flexibil, dar exigent, în care eficiența procesului de asigurare ESG depinde de capacitatea auditorului de a adapta metodologia la specificul informațiilor nefinanciare. Într-un mediu în schimbare valoarea raportării nu rezultă exclusiv în conformitatea procedurală, ci și în aplicarea consecventă a unor standarde profesionale, orientate către transparență, relevanță și consolidarea încrederii pe termen lung.

3.2. Evaluarea criteriilor conform ISAE 3000

Evaluarea criteriilor de audit constituie un element fundamental al oricărei misiuni de asigurare non-financiară, întrucât întregul proces de evaluare se raportează la aceste „criterii adecvate" („suitable criteria"). Acestea trebuie să îndeplinească cinci condiții cumulative: să fie relevante, complete, fiabile, neutre și inteligibile (art. 67–68). În raportările ESG, criteriile pot proveni din cadre consacrate precum GRI, ESRS, standardele proprii ale companiilor sau alte reglementări sectoriale. Problema centrală nu este doar existența acestor criterii, ci și gradul lor de definire operațională. Spre exemplu, concepte precum „net zero" sau „guvernanță responsabilă" pot varia radical în conținut și aplicabilitate, generând ambiguități semantice care afectează robustețea verificării.

ISAE 3000 nu oferă o schemă prestabilită de indicatori sau metodologii, ci plasează asupra profesionistului sarcina critică a interpretării și validării criteriilor utilizate. Așadar, nivelul de judecată profesională implicat este substanțial, iar auditorul trebuie să evalueze dacă respectivele criterii permit, în mod realist, formularea unei concluzii de asigurare. În cazul criteriilor calitative – cum ar fi cele referitoare la etică, diversitate, cultură organizațională sau responsabilitate socială – dificultatea de verificare crește exponențial. Nu doar lipsa unor repere cuantificabile complică misiunea, ci și dependența de documente narative, interviuri și surse greu triangulabile. Astfel, standardul trasează un cadru de rigurozitate procedurală, dar reușita asigurării ESG depinde critic de calitatea criteriilor alese și de capacitatea auditorului de a naviga între formalismul metodologic și realitatea complexă, volatilă și uneori contradictorie a informațiilor non-financiare.

3.3. Limitările implicite ale ISAE 3000

În ciuda rolului său esențial în structurarea misiunilor de asigurare pentru informații non-financiare, prezintă o serie de limitări implicite care trebuie înțelese în mod critic atunci când este aplicat în contextul sustenabilității. În primul rând, standardul nu oferă un set prestabilit de proceduri, ci mai degrabă trasează un cadru principial în care auditorul trebuie să își exercite judecata profesională. Această flexibilitate metodologică este necesară pentru a acomoda diversitatea angajamentelor de asigurare, dar generează în același timp variații semnificative în aplicare, mai ales atunci când este vorba de raportări ESG complexe și eterogene.

În al doilea rând, ISAE 3000 nu impune un set de standarde de măsurare ESG, ci se bazează pe criteriile alese de client (ex. GRI, ESRS, politici proprii), ceea ce poate conduce la lipsă de comparabilitate între entități sau chiar la alegerea unor referențiale insuficient de robuste. Astfel, calitatea asigurării depinde în mod direct de claritatea, relevanța și coerența acestor criterii externe, nu de un sistem unitar impus de standard.

În al treilea rând, deși ISAE 3000 nu tratează explicit fenomenul de greenwashing, cadrul său poate fi utilizat pentru a evalua riscurile asociate acestuia, prin aplicarea de proceduri analitice și prin examinarea riguroasă a criteriilor și declarațiilor incluse în raportare. Cu toate acestea, eficiența evaluării riscurilor de greenwashing este condiționată de disponibilitatea unor informații verificabile și de gradul de scepticism profesional exercitat de auditor.

Prin urmare, deși ISAE 3000 oferă, după cum am mai menționat, un cadru flexibil și extensibil, limitările sale structurale sunt lipsa de proceduri standardizate, absența unui set propriu de indicatori ESG și neabordarea explicită a unor riscuri emergente precum greenwashingul. Acestea impun o responsabilitate sporită asupra auditorului și solicită o ancorare metodologică mai riguroasă pentru a garanta credibilitatea procesului de asigurare.

3.4. Analiza comparativă, pre și post-pandemie, a rapoartelor de asigurare ESG

Pentru a evalua impactul introducerii standardelor de reglementare ESG, am realizat o analiză longitudinală a rapoartelor de sustenabilitate ale Electrica SA (2016–2024) și OMV Petrom (2011–2024). Cele două companii au fost selectate deoarece sunt unele dintre cele mai mari companii din România, sunt listate pe Bursa de Valori București (BVB), au un istoric consecvent de raportare iar împreună acoperă sectorul energie în două industrii distincte – utilități versus petrol & gaze – ceea ce oferă atât comparabilitate pe un nucleu comun de indicatori, cât și surprinderea specificului de sector. Pentru fiecare companie și pentru fiecare raport anual descărcat de pe site-urile acestora, am examinat sistematic: structura documentului, cadrul de standarde ce au stat la baza întocmirii rapoartelor de sustenabilitate (GRI, referințe TCFD, SASB, Taxonomia UE și, unde este cazul, ESRS), evoluțiile între ani, asigurarea conform ISAE 3000 (nivelul: limitată/rezonabilă și auditor extern, dacă este menționat) și principalii indicatori raportați. Am analizat, totodată, efectele contextului pandemic (2020–2021) asupra conținutului și frecvenței raportărilor, pentru a observa dacă pandemia a accelerat adoptarea și adaptarea standardelor ESG și a misiunilor de asigurare. Compararea dintre Electrica SA și OMV Petrom a fost realizată strict pe:

- indicatori comuni, cum ar fi: emisii GHG (Greenhouse Gases) Scope 1 - emisii directe de gaze cu efect de seră și Scope 2 - emisii indirecte din energia cumpărată și consumată de companie; consum de energie; TRIR (Total Recordable Injury Rate) - rata totală a accidentărilor „înregistrabile" per 1.000.000 ore lucrate /LTIR (Lost Time Injury Rate) - rata accidentelor cu timp de lucru pierdut per 1.000.000 ore lucrate; capital uman;
- indicatori specifici de sector: SAIDI (System Average Interruption Duration Index) - durata medie cumulată a întreruperilor pentru un utilizator într-un interval
- SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) - numărul mediu de întreruperi pe utilizator într-un interval pentru utilități; deversări hidrocarburi pentru petrol & gaze.

Per ansamblu, contrastul pre-pandemie (2016-2019) versus post-pandemie (2020-2024), indică o intensificare a asigurării ISAE 3000 și o migrare de la raportarea centrată pe GRI către cerințele ESRS, impunând prudență în comparabilitatea longitudinală și între companii.

Tabelul nr. 2. Structura rapoartelor de sustenabilitate în perioadele pre-pandemică, pandemică și post-pandemică

Perioadă	Electrica SA	OMV Petrom
Pre-pandemică (până în 2019)	**2016**: prim raport; capitole operaționale + Index GRI. **2017**: adaugă „stakeholderi" (părțile interesate) și matrice de materialitate. **2018**: extinde pe mediu, social, comunitate; GRI Index. **2019**: menține structură completă (servicii, R&D – cercetare și dezvoltare, mediu, angajați, societate, GRI).	**2011–2013**: structură generală HSSE/mediu/social + "Resourcefulness". **2014–2015**: structuri GRI G4 cu „Areas of focus" (Arii de interes) și „Performance in detail" (Performanța în detaliu) + „Assurance statement" (Declarație de asigurare). **2016**: structură amplă pe profil, Index GRI. **2017–2019**: organizare pe cei 5 piloni (HSSE, carbon, inovație, angajați, principii)
Pandemică (2020–2021)	**2020**: capitole COVID-19, inovare; mediu (climă, deșeuri, biodiversitate), echipă, comunitate; performanță nefinanciară + GRI. **2021**: structură similară cu 2020 ("2021 în cifre", guvernanță, mediu, angajați & societate).	**2020**: adaugă hartă de riscuri, TCFD; „Performanța în detaliu", anexe (GRI, TCFD, declarație verificare). **2021**: consolidează guvernanța sustenabilității, tranziția low-carbon (reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră), operațiuni responsabile, oameni & comunități; anexe (GRI, Taxonomie UE, TCFD, verificare).

Tabelul nr. 2. Structura rapoartelor de sustenabilitate în perioadele pre-pandemică, pandemică și post-pandemică

Perioadă	Electrica SA	OMV Petrom
Post-pandemică (2022–2024)	**2022**: păstrează schema 2021 + capitol separat Taxonomie UE. **2023**: adaugă „Viziunea & strategia integrată”, materialitate extinsă; corecții deșeuri 2022; capitol Taxonomie UE. **2024**: trecere la raport integrat (Raportul Administratorilor) cu „Note ESRS”, articol 8 Taxonomie, raport de asigurare.	**2022–2023**: structură stabilă pe guvernanță, tranziție low-carbon, operațiuni responsabile, oameni & comunități, inovație; anexe (Taxonomie, GRI, TCFD, verificare). **2024**: „Declarația privind Durabilitatea” în Raportul Anual, structurat pe seturile ESRS (mediu, social, guvernanță).

Sursa: proiecția autorilor

Tabelul nr. 3. Standardele utilizate pentru întocmirea rapoartelor de sustenabilitate în perioadele pre-pandemică, pandemică și post-pandemică

Perioadă	Electrica SA	OMV Petrom
Pre-pandemică	**2016–2018**: GRI G4 Core (+ Energy Sector Supplement – Energia de sector). **2019**: GRI Standards Core + Energy Sector; conform OMFP 1938/2016 & 2844/2016.	**2011–2013**: fără cadru explicit (GRI apare abia din 2012 la nivel de ghidare). **2014–2015**: GRI G4 Core + OG (Oil & Gas sector disclosures - standarde sectoriale GRI pentru companiile din petrol și gaze);. **2016**: GRI-G4 Core + OG; aliniere IPIECA (ghid de bune practici). **2017–2019**: GRI Standards Core + OG aliniere IPIECA; conform 2014/95/UE.
Pandemică	**2020–2021**: GRI Standards Core + Energy Sector; OMFP 1938/2016 & 2844/2016; în 2020 apare parteneriat EY (climate & sustainability).	**2020**: GRI Core; aliniere IPIECA; TCFD (susținător); ia în considerare SASB. **2021**: GRI (actualizate 2020) + TCFD, SASB, IPIECA + raportare Taxonomie UE.
Post-pandemică	**2022**: GRI Core + Energy; raportare art. 8 Taxonomie UE; principii BVB ESG. **2023**: GRI 2021 Core + Energy; OMFP 1239/2021 (Taxonomie). **2024**: **ESRS** (CSRD) + OMFP 2844/2016; Taxonomie UE; ISQM 1 (calitate audit).	**2022**: GRI Universal 2021 + GRI 11 OG; TCFD, SASB, IPIECA; Taxonomie UE. **2023**: GRI (incl. GRI 11 OG 2021) + TCFD, SASB, IPIECA; Taxonomie UE. **2024**: **ESRS** (OMFP 85/2024 care modifică OMFP 2844/2016) + Taxonomie UE.

Sursa: proiecția autorilor

Tabelul nr. 4. Evoluția rapoartelor de sustenabilitate în perioadele pre-pandemică, pandemică și post-pandemică

Perioadă	Electrica SA	OMV Petrom
Pre-pandemică	**2016→2017**: +7 indicatori materiali; extindere materialitate. **2018**: noi indicatori de mediu (biodiversitate, deșeuri) & comunitate; prima evaluare externă (Romania CSR Index). **2019**: Strategie 2020–2024, accent pe sustenabilitate & Green Deal (Pactul Verde European); investiții distribuție > cerințe ANRE (Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei).	**2011→2013**: instituționalizează „Resourcefulness”; 2013 aderare UNGC- United Nations Global Compact (*Pactul Global al ONU*) **2014**: migrare la GRI G4 Core. **2015**: continuitate. **2016**: raport „în conformitate GRI-G4”. **2017**: trecere la GRI Standards; conform 2014/95/UE. **2019**: strategia de sustenabilitate 2019–2025.
Pandemică	**2020**: adaptare COVID-19; accent S/M; parteneriat EY (validare metodologică). **2021**: continuitate, fără schimbări majore de structură/metodă față de 2020.	**2020**: introduce TCFD & asigurare externă; întărește risc/management. **2021**: adaugă raportare Taxonomie UE, obiective climatice detaliate (ex. Net Zero operațiuni 2050; -30% intensitate carbon până în 2030 vs. 2019).

Tabelul nr. 4. Evoluția rapoartelor de sustenabilitate în perioadele pre-pandemică, pandemică și post-pandemică

Perioadă	Electrica SA	OMV Petrom
Post-pandemică	**2022**: adaugă capitol Taxonomie UE (art. 8). **2023**: corectează deșeuri 2022; materialitate extinsă. **2024**: migrare la ESRS, integrare în raportul anual; extindere controale interne ESG.	**2022**: actualizează materialitatea conform GRI 2021. **2023**: schimbă auditorul de asigurare (EY → KPMG). **2024**: migrare la ESRS și integrare în Raportul Anual.

Sursa: proiecția autorilor

Tabelul nr. 5. Aspecte ce fac referire la misiunile de asigurare în perioadele pre-pandemică, pandemică și post-pandemică

Perioadă	Electrica SA	OMV Petrom
Pre-pandemică	**2016–2019**: nu există misiuni ISAE 3000 pentru non-financiar; situațiile financiare auditate (Deloitte).	**2011–2013**: fără ISAE; unele indicatori HSSE/mediu auditați (EY) în 2011. **2014–2015**: asigurare limitată emisă de EY conform ISAE 3000. **2016**: raportul nu a fost auditat. **2017–2019**: fără asigurare externă; doar "existența raportului" verificată (cf. cerințelor art. 48 OMFP 2844/2016).
Pandemică	**2020**: fără ISAE; EY oferă validare metodologică (nu misiune ISAE). **2021**: nu se menționează asigurare externă; doar audit financiar ISA.	**2020**: asigurare limitată ISAE 3000 (emis de EY). **2021**: asigurare limitată ISAE 3000 (emis de EY).
Post-pandemică	**2022–2023**: nu este supusă ISAE 3000; **2023**: Deloitte verifică date cf. cerințelor art. 48 OMFP 2844/2016. **2024**: asigurare limitată ISAE 3000 (Revizuit) emis de Deloitte; concluzie cu rezerve pentru cifra de afaceri (creanțe nefacturate).	**2022**: asigurare limitată ISAE 3000 (emis de EY). **2023**: asigurare limitată ISAE 3000 (emis de KPMG). **2024**: asigurare limitată ISAE 3000 (emis de KPMG).

Sursa: proiecția autorilor

Tabelul nr. 6. Principalii indicatori analizați în cadrul rapoartelor de sustenabilitate în perioadele pre-pandemică, pandemică și post-pandemică

Perioadă	Electrica SA	OMV Petrom
Pre-pandemică	**2016**: venituri 5.518 mil RON; EBITDA 960 mil; profit net 469 mil; 17,5 TWh distribuiți; 9.685 angajați; 13 teme materiale GRI. **2017**: SAIFI/SAIDI, CPT (Customer Power Tolerance - Costul Întreruperii Totale) SSM 403-2 (Sănătate și securitate în muncă), 405-1 (Diversitate și egalitate de șanse), 404-1 (Formare și educație), 205-2/3 (Anticorupție). **2018**: investiții mediu ~11,9 mil RON; 7,5 MW solar; 400.000 h training; 0 incidente grave în distribuție; 16 teme materiale. **2019**: plan investiții distribuție ~600 mil RON; obiective Green Deal.	**2011–2013**: emisii, ape, deversări, deșeuri; siguranță ocupațională; HR & comunitate (serii multi-an). **2014–2015**: GHG Scopes 1–3; deversări hidrocarburi; indicatori siguranță (fatalități, severitate, accidente în/deplasare). **2016–2019**: set complet HSSE/mediu/HR/etică & comunitate; management carbon & eficiență; performanță economică/socială.
Pandemică	**2020**: investiții mediu 14,36 mil RON; >75% deșeuri reciclate; >31% energie regenerabilă; 3.986.017 CV (certificate verzi); 7,5 MW (megawatt) solar; 8.147 angajați; 18.041 h formare; Board (Conducere) 32,2% femei. **2021**: emisii CO_2, consum energie, GRI 403, număr angajați, diversitate, implicare comunitară (listate ca teme).	**2020–2021**: performanță economică/socială/mediu; HSSE (ex. TRIR), management carbon (intensități CO_2/metan), clienți & produs, angajați/diversitate, lanț aprovizionare; **2021** include indicatori cheie Taxonomie UE.

Tabelul nr. 6. Principalii indicatori analizați în cadrul rapoartelor de sustenabilitate în perioadele pre-pandemică, pandemică și post-pandemică		
Perioadă	**Electrica SA**	**OMV Petrom**
Post-pandemică	**2022**: EBITDA, venituri (incl. CV), cheltuieli beneficii angajați, impozit, dividende; capitol Taxonomie UE. **2023**: 13 avertizări integritate; GRI 403 (Sănătate și securitate în muncă) & 405 (Diversitate și egalitate de șanse); performanță financiară/mediu detaliată; corecții deșeuri 2022. **2024**: aliniere Taxonomie 0% CA – cifra de afaceri /CapEx – Capital Expenditures (Investiții de Capital)/OpEx – Operating expenditures (Cheltuieli operaționale); emisii GHG, consum energie; indicatori sociali și de guvernanță conform ESRS.	**2022–2023**: indicatori GRI + Taxonomie (intensități CO_2/metan, HSSE, training, diversitate, investiții comunitare). **2024**: indicatori structurați pe ESRS (mediu/social/guvernanță) + indicatori Taxonomie (conform art. 8).

Sursa: proiecția autorilor

Electrica a inițiat mai târziu procedurile pentru raportarea de sustenabilitate, însă a fost o adaptare accelerată și coerentă: pentru perioada 2016-2018 a avut ca bază GRI G4, iar mai apoi a trecut la GRI Standards – inclusiv actualizarea GRI 2021, în perioada 2019-2023. În cele ce au urmat, a introdus raportarea conform Taxonomiei UE în 2022, iar în 2024 a adoptat ESRS. Anul 2024 marchează o dublă premieră - implementarea ESRS și prima experiență de asigurare externă ISAE 3000 (limită) emisă de către Deloitte România, care evidențiază o concluzie cu rezerve pe o componentă specifică a raportării financiare - cifra de afaceri în relație cu creanțele nefacturate.

Observând evoluția celor două companii în raportarea de sustenabilitate, putem identifica două strategii distincte care converg către același obiectiv final. Ambele companii consideră ca reglementare inițială universul GRI și ajung în 2024 la ESRS, odată cu integrarea declarației de durabilitate în raportul anual. Diferența esențială stă în momentul adoptării și în amplitudinea cadrului implementat.

Din perspectiva organizării conținutului, cele două abordări reflectă filosofii diferite. OMV Petrom structurează devreme informația pe piloni tematici - HSSE, carbon, inovație, oameni și principii de afaceri - menținând constant secțiunea "Performanța în detaliu". Această organizare sugerează o viziune integrată asupra sustenabilității ca sistem coerent de practici. Electrica, în schimb, își construiește raportarea în jurul realității operaționale - liniile de activitate (distribuție, furnizare, servicii) - completând cu Index GRI și note ESRS la final.

În ceea ce privește analiza indicatorilor, există un set comun care permite comparația între cele două, și anume: GHG Scope 1–2, consumul de energie, TRIR/LTIR și capitalul uman. Totuși, specificul de sector creează divergențe: Electrica urmărește îndeaproape SAIDI/SAIFI și CPT, indicatori esențiali pentru calitatea distribuției de energie, în timp ce OMV Petrom raportează din timp deversările de hidrocarburi, dezvoltă un set HSSE mai cuprinzător și include indicatori dedicați managementului carbonului.

Privind retrospectiv, OMV Petrom se profilează ca un "first mover" cu o maturizare incrementală și asigurare consecventă, în timp ce Electrica adoptă rolul de "fast follower" cu o recuperare accelerată în perioada 2019-2024.

Structura raportului (Tabelul nr. 2)

Perioada Pre-pandemică (2016-2019)

- **Electrica:** inițiază în 2016 o raportare simplistă (profil, servicii, performanțe), apoi în 2017-2018 adaugă capitole de guvernanță, părți interesate și comunitate, iar „Performanța în cifre" introduce un format mai modular. În 2019 apar capitole dedicate cercetării & dezvoltării și obiectivelor Green Deal.
- **OMV Petrom:** din 2016 raportează pe o structură completă (introducere, profil, guvernanță, risc, responsabilitate produs, materialitate), iar în 2017-2019 organizează conținutul pe cei cinci piloni (HSSE, carbon, inovație, oameni, principii de afaceri), cu o secțiune constantă „Performanța în detaliu".

Perioada Pandemică (2020–2021)

- **Electrica:** în anul 2020 adaugă capitol de „Inovare" și o secțiune despre răspunsul la COVID-19; colaborare cu EY pentru validare metodologică (fără ISAE). În

2021 păstrează structura generală, cu accent pe mediu, sănătate și siguranță, diversitate și implicarea în comunitate.

- **OMV Petrom:** în anul 2020 completează structura prin hartă de riscuri & management, capitol de clienți/produs și anexe (GRI, TCFD, declarație de asigurare); introduce asigurare limitată ISAE 3000. În 2021 accentuează tranziția către emisii reduse și include raportarea conform Taxonomiei UE.

Perioada Post-pandemică (2022–2024)

- **Electrica:** menține GRI ca suport în 2022 și integrează Taxonomia UE cu anexe detaliate; în 2023 extinde analiza materialității și contextul economic. În 2024 integrează sustenabilitatea în Raportul anual sub ESRS, cu Raport de asigurare (ISAE 3000, limitată, Deloitte, cu rezerve).
- **OMV Petrom:** în 2022–2023 păstrează structura pe pilonii tematici, accentuând tranziția către emisii reduse, oameni & comunități și inovația & digitalizarea; „Performanța în detaliu" rămâne nucleul datelor, anexele includ constant GRI/TCFD/Taxonomie UE și verificare externă. În 2024 trece la ESRS, prin Declarația privind Durabilitatea integrată în Raportul anual, structurată pe Mediu-Social- Guvernanță, cu asigurare limitată (KPMG).

Standardele utilizate (Tabelul nr. 3)

Perioada pre-pandemică

- **Electrica SA**. Între 2016-2018, compania a raportat conform GRI G4 Core (Global Reporting Initiative – Ghidul G4, opțiunea „Core" – nivel de raportare de bază), completat de Energy Sector Supplement (Supliment pentru sectorul energiei, GRI). În 2019 a trecut la GRI Standards Core și a utilizat în continuare suplimentul sectorial pentru energie. Raportările au fost realizate și în conformitate cu reglementările românești: OMFP 1938/2016 (Ordin al ministrului finanțelor publice privind raportarea non-financiară) și OMFP 2844/2016 (Ordin pentru aplicarea IFRS și raportarea non-financiară consolidată, în linie cu Directiva UE 2013/34/UE).
- **OMV Petrom**. În anii 2011-2013, compania nu a avut un cadru explicit, deși GRI a fost menționat ca ghid. În 2012 a fost folosit GRI 3.1 (Global Reporting Initiative – Ghidul 3.1, versiunea anterioară G4). Pentru 2014–2015, raportările au fost realizate conform GRI G4 Core și suplimentului sectorial OG (Oil & Gas sector disclosures – standarde GRI pentru companiile din petrol și gaze). În 2016 a continuat pe GRI G4 Core + OG, aliniindu-se la recomandările IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association – asociație globală pentru bune practici în petrol și gaze). Ulterior, între 2017-2019, a trecut la GRI Standards Core, menținând raportarea sectorială OG, tot cu aliniere la IPIECA și în conformitate cu Directiva 2014/95/UE (Directiva UE privind raportarea non-financiară).

Perioada pandemică

- **Electrica SA**. A utilizat în continuare GRI Standards Core și Energy Sector Supplement, în conformitate cu OMFP 1938/2016 și OMFP 2844/2016. În 2020, a implicat și compania de consultanță și audit EY (Ernst & Young) într-un parteneriat pe zona de *climate & sustainability*.
- **OMV Petrom**. În 2020, raportările s-au bazat pe GRI Core, cu aliniere la IPIECA, și includerea recomandărilor TCFD și considerarea cadrului SASB. În anul 2021 a utilizat GRI Standards (actualizate în 2020) împreună cu TCFD, SASB și IPIECA, iar în plus a introdus raportarea conform Taxonomiei UE (EU Taxonomy, Regulamentul 2020/852 – cadru european pentru activități sustenabile, art. 8 privind CA/CapEx/OpEx.

Perioada post-pandemică

- **Electrica SA**. În 2022 a raportat pe baza GRI Core + Energy Sector, incluzând pentru prima dată raportarea prevăzută de art. 8 din Taxonomia UE și principiile BVB ESG (Bursa de Valori București – ghid ESG pentru companiile listate). În 2023 a trecut la GRI 2021 Core (versiunea actualizată, modulară) cu suplimentul pentru energie și a respectat OMFP 1239/2021 (Ordin al ministrului finanțelor publice privind raportarea conform Taxonomiei UE). În 2024 a adoptat ESRS. Raportările s-au făcut în paralel cu OMFP 2844/2016, Taxonomia UE și cu implementarea ISQM 1 (International Standard on Quality Management 1 – standard internațional de management al calității pentru firme de audit), asigurând calitatea verificării externe.
- **OMV Petrom**. În 2022 a adoptat GRI Universal 2021 + GRI 11 OG (Oil & Gas 2021, standard sectorial), împreună cu TCFD, SASB, IPIECA și raportarea conform Taxonomiei UE**.** În 2023 a continuat cu aceleași cadre (GRI incl. GRI 11 OG 2021, TCFD,

SASB, IPIECA, Taxonomie UE). În 2024 a trecut la ESRS, implementate prin OMFP 85/2024 (Ordin care modifică OMFP 2844/2016 pentru integrarea ESRS), cu raportare completă conform Taxonomiei UE.

Evoluția între ani (Tabelul nr. 4)

Perioada pre-pandemică (2011–2019)

- **OMV Petrom**:
  - 2011–2013: primele rapoarte, fără cadru clar (GRI 3.1 apare din 2012; 2013 raport tip „fapte & cifre").
  - 2014–2015: raportare conform GRI G4 Core + OG (Oil & Gas Supplement).
  - 2016–2019: trecere la GRI Standards Core, structură pe 5 piloni (HSSE, carbon, inovație, oameni, principii de afaceri), conform Directivei 2014/95/UE.
- **Electrica**:
  - 2016: primul raport pe GRI G4 Core.
  - 2017–2018: extindere materialitate, stakeholder mapping, apar indicatori noi de mediu și social.
  - 2019: trecere la GRI Standards Core, lansarea Strategiei 2020–2024, investiții semnificative în rețea.

Perioada pandemică (2020–2021)

- **OMV Petrom**: rapoarte GRI consolidate cu TCFD (climă), SASB (investitori) și IPIECA; în 2021 se adaugă raportarea conform Taxonomiei UE.
- **Electrica**: în 2020 apar capitole noi despre COVID-19 și Inovare; structură menținută și în 2021, cu focus pe validare metodologică prin consultanță externă.

Perioada post-pandemică (2022–2024)

- **OMV Petrom**:
  - 2022–2023: raportare GRI 2021 + GRI 11 OG, menținere cadre TCFD, SASB, IPIECA, plus integrarea Taxonomiei UE.
  - 2024: trecerea la ESRS (sub Directiva CSRD), integrat în raportul anual.
- **Electrica**:
  - 2022: aplică Taxonomia UE conform art. 8.
  - 2023: extinde analiza materialității și recalibrează datele.
  - 2024: trece la ESRS, integrează sustenabilitatea în raportul anual și adoptă primele misiuni externe de asigurare.

Aspecte ce fac referire la misiunile de asigurare (Tabelul nr. 5)

Perioada Pre-pandemică

- **OMV Petrom**: primele încercări de asigurare limitată ISAE 3000 (EY) în 2014–2015, dar din 2016–2019 nu se mai regăsește constant.
- **Electrica**: nu a avut misiuni de asigurare formalizate; doar validări externe prin CSR Index.

Perioada Pandemică

- **OMV Petrom**: în 2020 reintroduce asigurarea limitată ISAE 3000 (EY), pe indicatori selectați.
- **Electrica**: colaborează cu EY pentru validare metodologică, dar fără cadru formal ISAE.

Perioada Post-pandemică

- **OMV Petrom**:
  - 2022: ISAE 3000 (EY).
  - 2023: schimbă auditorul la KPMG.
  - 2024: asigurare limitată ISAE 3000 sub ESRS (KPMG).
- **Electrica**:
  - 2024: primele misiuni de asigurare limitată ISAE 3000, emise de Deloitte, cu concluzie cu rezerve privind cifra de afaceri (creanțe nefacturate).

Principalii indicatori (Tabelul nr. 6)

Perioada Pre-pandemică

- **OMV Petrom**: set de bază HSSE (fatalități, TRIR, LTIR, severitate, accidente), indicatori de mediu (GHG Scope 1–3, emisii, apă, deșeuri, scurgeri), resurse umane și comunitate.
- **Electrica**: financiar (venituri, profit net, EBITDA), energie distribuită și CPT, investiții în rețea, număr angajați, avertizări, incidente SSM.
- Ambii: indicatori operaționali SAIFI și SAIDI (continuitatea alimentării).

Perioada Pandemică

- **OMV Petrom**: raportează indicatori HSSE + carbon, dar adaugă intensități și raportează conform TCFD/SASB; menține ghidurile IPIECA.

- **Electrica**: include indicatori specifici pandemiei (ore training online, sănătate și securitate), obiective Green Deal și CPT.

Perioada Post-pandemică

- **OMV Petrom**: extinde indicatorii HSSE (TRIR/LTIR), intensități CO_2/metan, diversitate și training, investiții în comunitate; adaugă indicatorii Taxonomiei UE (CA, CapEx, OpEx).
- **Electrica**: mai detaliată pe CO_2, energie, SSM (GRI 403), diversitate (GRI 405); din 2022 raportează Taxonomia UE (CA/CapEx/OpEx).
- **2024** (ambele entități): raportează conform ESRS, structurat pe Mediu-Social-Guvernanță, cu indicatori integrați și aliniere completă la Taxonomia UE.

Analiza comparativă a evoluției raportării de sustenabilitate evidențiază două traiectorii convergente către același standard, și anume ESRS, diferențiate prin calendarul implementării și a multitudinii de cadre adoptate.

Electrica SA inițiază procesul în 2016 cu standardul GRI G4 – Core, utilizând inițial o structură liniară elementară (profil–servicii–performanțe). Compania demonstrează o capacitate remarcabilă de adaptare rapidă: în perioada 2017-2018 integrează dimensiunile de guvernanță corporativă, cartografierea sistematică a părților interesate și extinde indicatorii de mediu (biodiversitate, managementul deșeurilor). Anul 2019 marchează ancorarea strategică în Strategia 2020-2024 și intensificarea investițiilor în infrastructura de distribuție (+43% peste cerințele ANRE). În 2020, compania introduce capitolul dedicat inovării și documentează răspunsul organizațional la pandemie, implementând o validare metodologică fără certificare ISAE. Perioada ulterioară menține conformitatea cu GRI Standards până în 2023, incluzând raportarea Taxonomiei UE din 2022. Tranziția către 2024 se realizează prin integrarea ESRS în raportul anual și obținerea primei asigurări limitate ISAE 3000 (Deloitte), care evidențiază o concluzie cu rezerve asupra componentei "cifra de afaceri – creanțe nefacturate".

OMV Petrom prezintă un parcurs de maturizare progresivă pe o perioadă extinsă. Compania trece de la absența unui cadru declarat în 2011, la implementarea GRI 3.1 în 2012, urmată de raportarea GRI G4 – Core la nivelul OMV Group în perioada 2014-2015, acompaniată de asigurare limitată ISAE 3000 (EY). Din 2016, raportarea se realizează la nivel OMV Petrom, structurată pe pilonii tematici: HSSE, managementul carbonului, inovație, capitalul uman și principiile de afaceri. Publicarea Strategiei 2019-2025 în 2019 constituie punctul de ancorare strategică. Anul 2020 reprezintă punctul de inflexiune: menținerea GRI se combină cu adăugarea cadrelor TCFD și SASB, iar revenirea la asigurarea limitată ISAE 3000 (EY) marchează consolidarea practicilor de verificare externă. Din 2021, portofoliul se completează cu raportarea Taxonomiei UE. Perioada 2022-2023 se caracterizează prin menținerea GRI 2021 (incluzând specificațiile sectorului Oil & Gas) și schimbarea auditorului la KPMG în 2023. Tranziția către 2024 se concretizează prin adoptarea ESRS (Declarația privind durabilitatea integrată în raportul anual) cu asigurare limitată (KPMG).

Din perspectiva analizei comparative, convergența fundamentală este evidentă: ambele entități adoptă ESRS și integrează Taxonomia UE înaintea tranziției finale. Diferențele se identifică la nivel calendaristic și asupra numărului de standarde aplicate: OMV Petrom implementează asigurarea externă și cadrele de piață (TCFD/SASB/Ipieca) anterior și în mod constant, în timp ce Electrica realizează o recuperare accelerată în perioada 2022–2024. La nivelul indicatorilor, se identifică un set comun comparabil (GHG Scope 1–2, consumul de energie, TRIR/LTIR, capitalul uman), în paralel cu indicatori specifici sectoriali: SAIDI/SAIFI și CPT pentru Electrica versus deversările de hidrocarburi și un set HSSE extins pentru OMV Petrom.

Concluzia evidențiază validitatea a două strategii distincte de implementare – pionieratul metodic (OMV Petrom) și alinierea accelerată (Electrica) – care conduc, în 2024, la același nivel de conformare formală cu cerințele de raportare europene.

3.5. Provocările auditorilor privind raportarea de sustenabilitate

În contextul în care cerințele de transparență non-financiară se extind, iar criteriile ESG (environmental, social, and governance) devin componente esențiale în procesele decizionale ale companiilor, auditorii se confruntă cu provocări metodologice și operaționale fără precedent. Complexitatea datelor privind performanțele de mediu, sociale și de guvernanță, lipsa unui cadru de raportare uniform la nivel global și necesitatea de a dezvolta competențe interdisciplinare impun o reevaluare profundă a modului în care se asigură fiabilitatea informațiilor de sustenabilitate.

Pentru a sistematiza aceste provocări și a identifica atât resursele interne, cât și factorii externi care pot facilita sau împiedica un audit ESG eficient, am utilizat o analiză SWOT:

1. **Puncte forte (Strengths)**

   Auditorii pornesc de la o disciplină metodologică impecabilă, dobândită în auditul financiar, iar scepticismul profesional – cruciform în detectarea discrepanțelor – se extinde direct asupra datelor ESG, garantând robustețe și încredere în proces (Awadallah & El-Said, 2016). În plus, aderarea la Codul IESBA și implementarea ISQM 1 amplifică independența și controlul calității, creând un cadru etic de necontestat pentru asigurarea non-financiară.

2. **Slăbiciuni (Weaknesses)**

   Lipsa unui limbaj comun în raportarea sustenabilității – terminologie dispersată și criterii neuniforme – diminuează coerența evaluărilor și impune auditorilor revizuirea completă a procedurilor de testare pentru a asigura uniformitate și rigurozitate (Rahman & Putri, 2023). Mai mult, deficitul de expertiză în domenii precum riscul climatic sau responsabilitatea socială reduce precizia analizei și ilustrează oportunitatea interpretărilor subiective (Agustina & Indrayani, 2020).

3. **Oportunități (Opportunities)**

   Cererea pentru auditul ESG poate fi transformată într-un avantaj strategic prin programe intensive de formare în mediu, social și guvernanță (Razali et al., 2025). De asemenea, implementarea soluțiilor digitale de text-mining și a instrumentelor de vizualizare interactivă are potențialul de a crește semnificativ eficiența și profunzimea analizei datelor non-financiare (Tarek et al., 2017). Convergența auditului financiar cu cel de sustenabilitate oferă, totodată, posibilitatea unei evaluări sintetice, capabile să surprindă interdependențele riscurilor și oportunităților.

4. **Amenințări (Threats)**

   Reglementările ESG – de la CSRD și Taxonomia UE la standardele ISSB (International Sustainability Standards Board) – se succed într-un ritm tot mai accelerat, obligând firmele de audit la resurse și costuri uriașe pentru adaptare continuă. Presiunea opiniei publice și a investitorilor pentru transparență absolută crește riscul reputațional: orice omisiune sau audit superficial poate afecta credibilitate raportărilor. Totodată, lipsa experților ESG – numărul de auditori specializați rămâne insuficient față de cerere – subminează aplicarea coerentă a practicilor de audit non-financiar în conformitate cu standardele impuse de piață.

Concluzii

Transformarea raportării de sustenabilitate în sectorul energetic, analizată prin prisma seriilor comparative Electrica SA (2016–2024) și OMV Petrom (2011–2024), ilustrează o evoluția de la instrumente GRI predominant descriptive (G4/Standards/GRI 2021), implementate fără verificare sistematică, către un cadru de reglementare european standardizat, obligatoriu și asigurat prin ESRS.

Traiectoriile organizaționale se diferențiază prin momentul adoptării și diversitatea cadrelor implementate. Electrica realizează tranziția către ESRS în 2024, obținând simultan prima asigurare limitată ISAE 3000, care evidențiază o concluzie cu rezerve asupra componentei "cifra de afaceri – creanțe nefacturate". Acest parcurs succedă unei evoluții bazate pe GRI și integrarea Taxonomiei UE din 2022. OMV Petrom demonstrează o abordare pionieră, inițiind procesul în 2012 cu GRI 3.1, progresând către raportarea la nivel OMV Group în perioada 2014-2015 prin GRI G4 cu asigurare limitată ISAE 3000 (EY), apoi implementând raportarea la nivel de entitate în perioada 2016-2019 prin GRI. Intervalul 2020-2023 se caracterizează prin consolidarea raportării GRI cu integrarea cadrelor TCFD/SASB/Ipieca și Taxonomia UE (din 2021), menținând asigurarea limitată cu modificarea auditorului către KPMG în 2023, pentru a finaliza tranziția către ESRS în 2024.

Această transformare structurală este determinată de convergența a trei factori: impactul pandemiei COVID-19, care a extins semnificativ secțiunile de mediu și sociale și a impus descrierea detaliată a riscurilor operaționale; accelerarea reglementărilor europene prin CSRD, Taxonomie și ESRS; precum și imperativul credibilității informațiilor ESG pentru investitori și părțile interesate.

Din perspectiva conceptuală, se identifică o tranziție structurată în patru etape, comună ambelor serii analizate: prima etapă accentuează structura și transparența prin implementarea GRI; a doua marchează accentul asupra materialității și a relevanței economice; a treia integrează sistematic riscurile climatice prin TCFD; iar a patra realizează viziunea sistemică sub ESRS, cu roluri clar definite pentru guvernanță, strategie, managementul riscurilor și stabilirea țintelor. Totodată, diferențierea sectorială rămâne legitimă și necesară. OMV Petrom structurează raportarea timpuriu pe pilonii tematici HSSE–carbon–inovație–oameni–principii de afaceri, reflectând complexitatea operațiunilor petroliere. Electrica adoptă inițial logica liniilor de activitate (distribuție/furnizare/servicii) și converge progresiv către materialitate și ESRS, corespunzător specificului distribuției de energie electrică.

Totuși, există un nucleu comun de indicatori (GHG Scope 1–2, consumul de energie, TRIR/LTIR, capitalul uman) care facilitează comparabilitatea inter-sectorială. Indicatorii specifici – SAIDI/SAIFI și CPT la Electrica, respectiv deversările de hidrocarburi și setul HSSE extins la OMV Petrom – necesită analiză contextuală pentru înțelegerea performanței sectoriale.

Această evoluție comparativă demonstrează că, indiferent de punctul de plecare sau strategia adoptată, sectorul energetic converge către standardele europene de raportare, cu implicații esențiale pentru transparența, responsabilitatea și comparabilitatea informațiilor de sustenabilitate.

Din punct de vedere al auditului ESG: pe de o parte, profesia dispune de avantaje structurale – rigoare metodologică, scepticism profesional, cadru etic (IESBA) și management al calității (ISQM 1), iar pe de altă parte, sunt întâmpinate și vulnerabilități precum lipsa unui limbaj comun între cadre și deficit de expertiză pe teme climatice/sociale, în timp ce oportunitățile (formare interdisciplinară, analitică digitală, text-mining, vizualizări) sunt contrabalansate de amenințări concrete: ritmul accelerat al reglementărilor (CSRD, Taxonomie, ISSB), presiunea reputațională pentru transparență și insuficiența resurselor specializate pentru misiuni de asigurare.

Contribuția articolului constă în o analiză comparativ-longitudinală pe două industrii din același sector (utilități vs. petrol & gaze) care: izolează efectul pandemiei în dinamica raportării, cartografiază cronologia cadrelor (GRI → Taxonomie UE → ESRS) și ilustrează traiectoriile de asigurare (inițiativă timpurie structurată vs. aliniere accelerată). În plus, propune o grilă operațională ce poate reprezenta un ghid privind întocmirea rapoartelor – structură a raportului, standarde utilizate, evoluții între ani, ISAE 3000 & auditor, setul de indicatori – utilă atât cercetării, cât și practicii. Cu proceduri de asigurare clar definite și analiză adaptată specificului industriei, auditul ESG poate deveni un instrument consistent, comparabil și direct utilizabil în deciziile strategice.

Bibliografie

1. Abbas, A. F., & Khatib, S. F. A. (2025). Introduction to Sustainability Assurance: In S. F. A. Khatib & A. F. Abbas (Eds.), *Navigating Trust in Sustainability Reporting and Assurance* (pp. 1–30). IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0117-4.ch001
2. Abdelmoneim A. Awadallah & Haitham Mohamed El-Said. (2016). Implications of Financial and Non-financial Measures on the Refinement of the Assessments of Audit Risk: An Empirical Investigation. *Journal of Modern Accounting and Auditing*, 12(7). https://doi.org/10.17265 1548-6583/2016.07.002/
3. Agustina, I., & Indrayani, E. (2020). The Role of Internal And External Factors on Audit Quality. *Jurnal Manajemen Dan Keuangan*, 9(1), 73–87. https://doi.org/10.33059/jmk.v9i1.2481
4. Al Shbail, M. O., Jaradat, Z., Al-Hawamleh, A., Hamdan, A., & Musleh Alsartawi, A. M. A. (2025). Enhancing audit quality in non-Big 4 firms: The role of remote auditing and audit staff capabilities. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 23(2), 700–720. https://doi.org/10.1108/JFRA-11-2023-0653
5. Aly, A. W. N., & Badawy, H. A. E. S. (2024). External Assurance on Sustainability Reporting of Listed Companies in the Context of Egypt Vision. https://doi.org/10.21608/caf.2024.372939
6. Awa, H. O., Etim, W., & Ogbonda, E. (2024). Stakeholders, stakeholder theory and Corporate Social Responsibility (CSR). *International Journal of Corporate Social Responsibility*, 9(1), 11. https://doi.org/10.1186/s40991-024-00094-y
7. Belkaoui, A., & Karpik, P. G. (1989). Determinants of the Corporate Decision to Disclose Social Information. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 2(1). https://doi.org/10.1108/09513578910132240/
8. Brammer, S., & Pavelin, S. (2008). Factors influencing the quality of corporate environmental disclosure. *Business Strategy and the Environment*, 17(2), 120–136. https://doi.org/10.1002/bse.506
9. Brown, J., & Fraser, M. (2006). Approaches and perspectives in social and environmental accounting: An overview of the conceptual landscape. *Business*

Strategy and the Environment, 15(2), 103–117. https://doi.org/10.1002/bse.452

10. De Santis, F., & D'Onza, G. (2021). Big Data and Data Analytics in Auditing: In Search of Legitimacy. *Meditari Accountancy Research*, 29(5), 1088–1112. https://doi.org/10.1108/MEDAR-03-2020-0838
11. Gavriel Faith Nangoy, Carmel Meiden, & Suheriyatmono. (2024). Analysis of the Quality of ISAE 3000 Assurance Statements on Corporate Sustainability Reports Across Stock Exchanges in Several Countries: A 2020-2022 Study. *International Journal of Social Science*, 3(5), 581–588. https://doi.org/10.53625/ijss.v3i5.7426
12. Gillet-Monjarret, C. (2018). Assurance reports included in the CSR reports of French firms: A longitudinal study. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 9(5), 570–594. https://doi.org/10.1108/SAMPJ-09-2017-0098
13. Hahn, R., & Kühnen, M. (2013). Determinants of sustainability reporting: A review of results, trends, theory, and opportunities in an expanding field of research. *Journal of Cleaner Production*, 59, 5–21. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.005
14. Kolk, A. (2008). Sustainability, accountability and corporate governance: Exploring multinationals' reporting practices. *Business Strategy and the Environment*, 17(1), 1–15. https://doi.org/10.1002/bse.511
15. Kruger, S., & Steyn, A. A. (2021). A conceptual model of entrepreneurial competencies needed to utilise technologies of Industry 4.0. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 22(1), 56–67. https://doi.org/10.1177/1465750320927359
16. Laskar, N., & Gopal Maji, S. (2018). Disclosure of corporate sustainability performance and firm performance in Asia. *Asian Review of Accounting*, 26(4), 414–443. https://doi.org/10.1108/ARA-02-2017-0029
17. Mititean, P., & Sărmăș, N.-F. (2023). The Relationship Between Sustainability Reporting and Corporate Performance. Evidence from the European Energy Sector. *CECCAR Business Review*, 4(6), 1–11. https://doi.org/10.37945/cbr.2023.06.01
18. Mohd Razali, F., Sulaiman, N., Abdul Manan, D. I., & Said, J. (2025). Sustainability of Audit Profession in Digital Technology Era: The Role of Competencies and Digital Technology Capabilities to Detect Fraud Risk. *SAGE Open*, 15(1), 21582440241304974. https://doi.org/10.1177/21582440241304974
19. Nogueira, E., Gomes, S., & Lopes, J. M. (2023). Triple Bottom Line, Sustainability, and Economic Development: What Binds Them Together? A Bibliometric Approach. *Sustainability*, 15(8), 6706. https://doi.org/10.3390/su15086706
20. Onofrei, M., Fîrțescu, B. N., Oprea, F., & Cojocaru, D. C. (2024). The effects of environmental patents on renewable energy consumption. *Green Finance*, 6(4), 630–648. https://doi.org/10.3934/GF.2024024
21. Pavelescu, C., Panus, D., & Neagu, I. (2023). Environmental, social and governance (ESG) reporting. *Provocările Contabilității în Viziunea Tinerilor Cercetători*, Ed. VII, 429–433. https://doi.org/10.53486/issc2023.57
22. Rahman, F., & Putri, G. (2023). Auditors' Understanding of Corporate Social Responsibility (CSR) in Audits. *Golden Ratio of Auditing Research*, 3(1), 21–31. https://doi.org/10.52970/grar.v3i1.374
23. Rahman, F., Putri, G., Wulandari, D., Pratama, D., & Permadi, E. (2021). Auditing in the Digital Era: Challenges and Opportunities for Auditor. *Golden Ratio of Auditing Research*, 1(2), 86–98. https://doi.org/10.52970/grar.v1i2.367
24. Rocha, Isabel, António da Silva & Álvaro Ribeiro. (2019). Corporate social responsibility, stakeholder theory and the triple bottom line. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 21(3), 398–416.
25. Schramade, W. (2017). Investing in the UN Sustainable Development Goals: Opportunities for Companies and Investors. *Journal of Applied Corporate Finance*, 29(2), 87–99. https://doi.org/10.1111/jacf.12236
26. Secchi, D. (2006). The Italian experience in social reporting: An empirical analysis. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 13(3), 135–149. https://doi.org/10.1002/csr.96
27. Spence, C. (2009). Social and environmental reporting and the corporate ego. *Business Strategy and the Environment*, 18(4), 254–265. https://doi.org/10.1002/bse.600
28. Susilo, D., & Dizon, C. C. G. (2023). Green and Sustainability Issues on Digital Marketing Communication on Gcash Philippines. *International Journal of Environmental, Sustainability, and Social Science*, 4(5), 1454–1461. https://doi.org/10.38142/ijesss.v4i5.843
29. Svanberg, J., Ardeshiri, T., Samsten, I., Öhman, P., Neidermeyer, P. E., Rana, T., Semenova, N., & Danielson, M. (2022). Corporate governance performance ratings with machine learning. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 29(1), 50–68. https://doi.org/10.1002/isaf.1505
30. Tarek, M., Mohamed, E. K. A., Hussain, M. M., & Basuony, M. A. K. (2017). The implication of information

technology on the audit profession in developing country: Extent of use and perceived importance. *International Journal of Accounting & Information Management*, 25(2), 237–255. https://doi.org/10.1108/IJAIM-03-2016-0022

Sursa pentru rapoartele de sustenabilitate:

Electrica SA: https://www.electrica.ro/investitori/rezultate-si-raportari/rapoarte-de-sustenabilitate/

OMV Petrom: https://www.omvpetrom.com/ro/sustenabilitate/raportare-si-performanta/rapoarte-de-sustenabilitate

https://www.omvpetrom.com/ro/news/availability-of-the-annual-reports-and-the-reports-on-payments-to-governments-for-2024

Sursa pentru standardele analizate:

1. **CSRD**: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464
2. **EU Taxonomy**: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0852&from=EN
3. **GRI**: https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-english-language/
4. **IFRS S1**: https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/publications/pdf-standards-issb/english/2023/issued/part-a/issb-2023-a-ifrs-s1-general-requirements-for-disclosure-of-sustainability-related-financial-information.pdf?bypass=on
5. **IFRS S2**: https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/publications/pdf-standards-issb/english/2023/issued/part-a/issb-2023-a-ifrs-s2-climate-related-disclosures.pdf?bypass=on
6. **ISAE 3000**: https://www.iaasb.org/publications/international-standard-insurance-liabilities-isae-3000-revised-insurance-liabilities-other-GOLD-AUDITS
7. **NFRD**: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0095
8. **SFDR**: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2088
9. **TCFD**: https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2022/12/tcfd-2022-overview-booklet.pdf

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *35-55*
ISSN on-line: 1844-8801

Lucrare prezentată la cel de-al IX-lea Congres al profesiei de auditor financiar din România

Auditul public extern și provocările contemporane: promovarea unui cadru integrat de performanță, reziliență și durabilitate

Prof. univ. dr. Maria NICULESCU,
Director, Centrul de studii avansate privind durabilitatea (CeSAD),
e-mail: maria.niculescu@durabilitate.ro

Dr. Lorena PREDESCU,
auditor public extern, e-mail: lorena.predescu@rcc.ro

Drd. Cristina Elena VOICU,
SEEA, Universitatea de Vest din Timișoara,
auditor public extern,
e-mail: cristina.voicu86@e-uvt.ro

Rezumat

Auditul public extern, ca activitate independentă menită să evalueze legalitatea, regularitatea și performanța gestionării fondurilor publice, se confruntă astăzi cu provocări multiple și complexe. Provenite atât din mediul extern, cât și din cel intern, acestea alimentează schimbările de paradigmă și de practici privind auditul public extern, care a depășit rolul său tradițional de verificare financiară, orientându-se spre evaluări de conformitate și de performanță.

În ultimele două decenii, auditul performanței s-a consolidat treptat ca o practică distinctă, reglementată atât la nivel internațional, cât și național. Autorii avansează ideea potrivit căreia, în contextul mutațiilor globale actuale, marcate de catastrofe naturale, încălzire globală, conflicte internaționale, instabilitate politică și crize care fragilizează instituțiile publice, paradigma performanței este, dacă nu depășită, cel puțin limitată din punct de vedere epistemic și operațional. Reziliența organizațională și persistența în echilibru a sistemelor naturale și umane constituie fundamentul noii paradigme a durabilității, devenită de interes major atât la nivel național, cât și internațional. Inițiative precum Agenda 2030, Pactul Verde pentru Europa, dar și cadrul reglementar și normativ european în materie de durabilitate reprezintă concretizarea empirică a acestei noi direcții.

Promovarea unui cadru de integrare a triadei performanță-reziliență-durabilitate (PRD) în auditul public extern constituie firul conducător al acestei cercetări, pornind de la o întrebare centrală: care este perspectiva auditului public extern în contextul noilor exigențe de reziliență și durabilitate?

Vă rugăm să citaţi acest articol astfel:
Niculescu, M., Predescu, L., Voicu, C. E. (2026), External Public Audit and Contemporary Challenges: Promoting an Integrated Framework for Performance, Resilience, and Sustainability, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.149-168,
DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/003

Link permanent pentru acest document:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/003
Data primirii articolului: 17.08.2025
Data revizuirii: 20.08.2025
Data acceptării: 3.01.2026

Articolul propune dezvoltarea conceptuală a triadei PRD, în special a dimensiunilor emergente ale acesteia, având ca obiectiv îmbogățirea cadrului teoretic și metodologic al auditului public extern. De asemenea, acesta vizează validarea uneia dintre cele două ipoteze posibile privind promovarea triadei PRD în auditul public extern: integrarea sa în formele actuale de audit sau instituționalizarea unei noi forme de audit axate pe durabilitate, după modelul utilizat în sectorul privat. Metodologia de cercetare mobilizată în acest scop a inclus: analiza documentară (literatură de specialitate, legislație națională și europeană, documente INTOSAI, rapoarte de audit etc.), analiza de conținut și analiza secundară a studiilor științifice relevante, precum și o cercetare calitativă, bazată pe tehnica focus-grupului.

Cuvinte cheie: *performanță; durabilitate; reziliență; audit; risc; taxonomie;*

Clasificare JEL: *M41, M42, Q52*

Introducere

Dinamica accelerată a transformărilor din sfera publică, reflectată, printre altele, de recurența crizelor climatice și sociale, reconfigurările strategice globale, instabilitatea instituțională și de intensificare a presiunilor normative și de reglementare, impune o reconceptualizare aprofundată a cadrului de gestionare și evaluare a resurselor publice. În acest context complex, auditul public extern nu poate rămâne focalizat exclusiv pe legalitate și performanță financiară, ci trebuie să răspundă provocărilor emergente legate de reziliență și durabilitate. Articolul de față explorează aceste aspecte dintr-o perspectivă integrată, oferind o analiză conceptuală și empirică, relevantă pentru cercetători, practicieni și factori de decizie.

Structura lucrării este următoarea:

1. Cadrul epistemologic și metodologic al cercetării
2. Triada „performanță–reziliență–durabilitate" (PRD) în abordare integrată
3. Viziunea Instituțiilor Supreme de Audit (SAI) privind dezvoltarea durabilă
4. Reglementările europene privind durabilitatea – sursă de inovare pentru SAI-uri
5. Rezultatele cercetării și discuții
6. Limitele și perspectivele cercetării.

1. Cadrul epistemologic și metodologic al cercetării

Reflecția asupra mizelor auditului public extern în fața provocărilor contemporane este astăzi de interes crescând, în contextul angajamentelor internaționale asumate prin Agenda 2030, dar mai ales al politicilor și reglementărilor europene recente privind durabilitatea. Această reflecție are potențialul de a contribui la consolidarea cadrului teoretic al auditului public extern și la stimularea cercetării interdisciplinare în domeniul mai larg al dezvoltării durabile.

Din complexitatea tematică indusă de această reflecție autorii au ales ca fir conducător promovarea unui cadru integrat de abordare a triadei „performanță–reziliență–durabilitate" (PRD) în auditul public extern. Demersul pornește de la premisa că, în contextul actual al mutațiilor globale, marcate de catastrofe naturale, încălzire globală, conflicte internaționale, instabilitate politică și crize care fragilizează instituțiile publice, paradigma performanței este, dacă nu depășită, cel puțin limitată din punct de vedere epistemologic și operațional. Reziliența organizațională și persistența în echilibru a sistemelor naturale și umane constituie fundamentul noii paradigme a durabilității, care a devenit un punct de interes major, atât la nivel național, cât și internațional.

Întrebarea centrală de cercetare: *care este perspectiva auditului public extern în contextul noilor exigențe de reziliență și durabilitate?* induce numeroase întrebări secundare, dintre care am reținut trei semnificative:

– Cum sunt integrate în prezent dimensiunile rezilienței și durabilității în formele de audit extern, în special în auditul performanței?
– În ce măsură cadrul reglementar european privind durabilitatea și auditul durabilității poate constitui surse de inovație pentru sectorul public?
– Care este percepția practicienilor privind instituționalizarea unei noi forme de audit public extern axat pe reziliență și durabilitate?

Cercetarea are o poziționare epistemologică constructivistă, considerând că actul de audit este o construcție socială subiectivă a auditorului, influențată de percepțiile, interacțiunile și practicile acestuia, căreia i se conferă semnificații locale, în contexte concrete de audit (Berger & Luckmann, 1966; Niculescu & Galabov, 2021).

Lucrarea se bazează pe o cercetare documentară riguroasă, utilizând surse academice, baze de date, surse secundare ale organismelor internaționale, europene și ale SAI-urilor naționale privind dezvoltarea durabilă, durabilitatea și reziliența etc. Autorii au realizat o analiză aprofundată a celor mai recente reglementări europene în materie de durabilitate, urmărind două obiective principale:

- identificarea inovațiilor juridice relevante pentru sectorul public;
- identificarea inovațiilor conceptuale și metodologice aplicate în sectorul privat, care pot constitui surse de inspirație pentru auditul public extern.

Este vorba, în special, despre: Regulamentul privind Taxonomia UE, Directiva CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), Directiva CSDDD (Corporate Sustainability Due Diligence Directive), Regulamentul SFDR (Sustainable Finance Disclosure Regulation) etc. Cercetarea documentară a fost completată, în funcție de necesități, cu analiza de conținut. Articolul este, de asemenea, inspirat de o serie de schimburi de idei nestructurate, realizate cu experți din domeniu. Pentru validarea ipotezelor teoretice, autorii au utilizat metoda calitativă a focus-grupului.

Complexitatea subiectului explică diversitatea teoriilor mobilizate în cadrul cercetării: teorii ale dezvoltării, teorii ale performanței organizaționale, teorii ale rezilienței organizaționale etc. Acestea oferă un cadru integrator de reflecție pentru politici și practici durabile, incluzive și reziliente, indispensabile în fața provocărilor globale actuale.

Teoriile dezvoltării au evoluat de la modele economice liniare către paradigme complexe, integrate. În contextul crizelor recurente, teoriile recente integrează constrângerile epocii antropocene și promovează o dezvoltare în limitele ecosistemelor. Teoria limitelor planetare (Rockström et al., 2009) trasează un „spațiu de siguranță” ecologic, iar modelul Donut (Raworth, 2007) propune un echilibru între baza socială și granițele planetare.

În abordarea performanței, fundamentale sunt teoria agenției și teoria părților interesate. Teoria agenției (Jensen și Meckling, 1976) evidențiază provocările legate de alinierea intereselor în situațiile în care proprietatea și controlul sunt separate. Complementar, teoria părților interesate (Freeman, 1984) extinde responsabilitatea organizațională dincolo de acționari, incluzând toți actorii afectați de deciziile organizației, precum angajații, comunitățile și mediul. În sectorul public și în contextul dezvoltării durabile, această perspectivă susține evaluarea performanței prin prisma impactului, rezilienței și durabilității sistemelor economice și sociale, precum și a valorii create pentru multiple categorii de actori.

Reziliența organizațională a devenit un concept-cheie în literatura de management, fiind abordată din multiple perspective teoretice. Printre cele mai influente se numără perspectiva capabilităților (Duchek, 2020), perspectiva procesuală (Lengnick-Hall et al., 2011), teoria organizațiilor de înaltă fiabilitate (Weick & Sutcliffe, 2007) și teoria capabilităților dinamice (Teece, 2007).

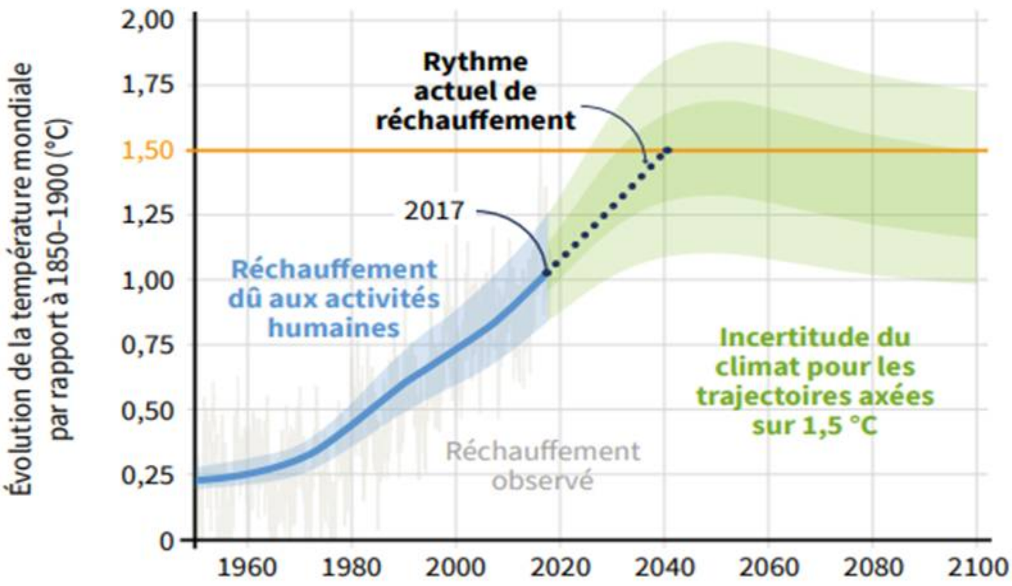
Dată fiind această complexitate, articolul nu își propune o abordare exhaustivă sau o validare empirică integrală, ci deschide mai degrabă direcții de reflecție și acțiune.

2. Triada „performanță-reziliență-durabilitate” (PRD) în abordare integrată

„Întreaga față a Pământului poartă astăzi amprenta puterii omului"[1], afirma Buffon în 1778. Relevanța observației sale este izbitoare astăzi, deoarece controlul omului asupra mediului său natural a crescut considerabil de-a lungul Antropocenului, luând dimensiuni și forme de neimaginat la vremea sa. Numeroasele date științifice despre Antropocen, inclusiv cele ale IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), conform cărora încălzirea datorată activităților umane a fost cu +1°C peste nivelurile preindustriale în 2017, arată că, în acest ritm, temperaturile globale vor crește cu 1,5°C în jurul anului 2040, așa cum se arată în **Figura nr. 1**.

[1] Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788), naturalist, matematician, biolog, cosmolog, filozof și scriitor francez, a făcut această remarcă în *Les Époques de la Nature*m, Citat de Maria Niculescu în *La transparence des entreprises dans un monde plus chaud - des questionnements novateurs dans la recherche de gestion*.

Figura nr. 1. Evoluția încălzirii globale



Sursa: extras din GIEC (2019) Réchauffement planétaire de 1,5°C, p. 5

În acest context, se ridică în mod legitim problema rezilienței sistemelor economice și sociale într-o lume aflată într-o profundă transformare, ale cărei proiecții variază în funcție de urgența, rigoarea și amploarea măsurilor pe care societatea le va adopta, în special în domeniul climei și al gestionării resurselor. Integrarea triadei „performanță-reziliență-durabilitate” (PRD) în doctrina dezvoltării și în modelele empirice devine o necesitate și implică mobilizarea unei varietăți de concepte și de domenii științifice.

Conceptul de performanță a făcut obiectul a numeroase studii și publicații. Cu toate acestea nu există o definiție unică, care să fi rezistat testului timpului, având în vedere complexitatea subiectului, multitudinea teoriilor subiacente și diversitatea indicatorilor de măsurare. Fără a face unanimitate, acceptarea performanței ca „abilitatea întreprinderii de a-și atinge obiectivele, indiferent de natura și varietatea acestora” este una dintre cele mai frecvent menționate. De-a lungul timpului au fost propuse nenumărate alte accepțiuni ale performanței. Definiția potrivit căreia „performanța este un nivel de potențialități instabile ale întreprinderii, realizat prin tot ceea ce a contribuit la optimizarea cuplului valoare-cost și la menținerea competitivității durabile a întreprinderii în segmentele sale strategice” (Lavalette, G., Niculescu, M.,1999), are meritul de a stabili o legătură între crearea de valoare și durabilitatea unei întreprinderi. După anul 2000, evaluarea performanței întreprinderilor a trebuit să integreze criterii privind crearea de valoare socială și de mediu, propuse de organisme internaționale sau regionale (GRI, Comisia Europeană etc.).

Reglementările europene în materie de durabilitate, în special Taxonomia UE, CSRD, SFDR au adus inovații majore în ceea ce privește accepțiunea performanței în domeniul durabilității, definirea indicatorilor și a țintelor, precum și complementaritatea acesteia cu performanța financiară. În spiritul acestor documente de referință, performanța în materie de durabilitate desemnează capacitatea unei companii de a integra aspectele de mediu, sociale și de guvernanță în strategia sa, în modelul economic și în activitățile derulate, pentru a preveni sau atenua impacturile sale negative semnificative, pentru a gestiona riscurile asociate impacturilor și dependențelor sale, pentru a valorifica oportunitățile legate de tranziția durabilă, asigurând totodată viabilitatea sa financiară.

Această perspectivă este fondată pe principiile dublei materialități și ale „DNSH” (*do not significant harm* – a nu cauza prejudicii semnificative) și pe efectivitatea exercițiului de diligență rezonabilă.

Reziliența sistemelor naturale, economice și sociale la șocuri, respectiv capacitatea acestora de a reacționa la perturbări, păstrându-și în același timp identitatea, funcțiile inițiale și capacitatea de adaptare, învățare și transformare constituie astăzi o preocupare majoră a factorilor de răspundere la toate nivelurile. Abordarea rezilienței din perspectiva Instituțiilor Supreme de Audit este plasată de cercetarea noastră în contextul de reglementare european legat de încălzirea globală și de durabilitate.

Conceptul de "*reziliență*" provenit din cuvântul de origine latină *"resilire",* înseamnă capacitatea unei persoane sau a unui sistem de a rezista crizelor, de a se adapta la schimbare și de a-și reveni după șocuri externe. Reziliența este un proces complex, multidimensional, multifactorial. Problema rezilienței se poate pune la diferite niveluri: al unei persoane, a unui produs, a unei activități, a unei organizații, a unui ecosistem, a unei comunități umane, a unei comunități teritoriale, a unei economii (naționale, regionale) etc. Interesul tot mai mare pentru reziliență la nivel conceptual și empiric se datorează crizelor economice, sociale și de mediu recurente, șocurilor care afectează societatea în ansamblu, generând risc și incertitudine. Multitudinea factorilor perturbatori, pe de o parte, și a elementelor vulnerabile la acțiunea lor, pe de altă parte, au condus la declinarea conceptului general în reziliență organizațională, reziliență economică, reziliență ecologică, reziliență climatică, reziliență socială etc.

Cercetarea în management s-a concentrat, în special, pe reziliența organizațională, fără să ajungă la o definiție comună, universală. Pentru unii, reziliența este *"capacitatea intrinsecă a unei organizații de a se menține sau de a-și regăsi o stare stabilă dinamic, care îi permite să-și continue activitățile după un accident major și/sau în prezența stresului continuu"* (Weick, 2015). Pentru alții, înseamnă *"capacitatea unei organizații de a continua, de a-și reveni, de a rezista la eșecuri, incidente, crize și perioade de perturbare, precum și de a fi suficient de flexibile pentru a se adapta la piețele și mediile în schimbare și pentru a fi pregătite pentru viitor"* (van Maaren I, 2022). Cuvintele cheie în aceste definiții academice sunt "continuitate", "rezistență la șocuri" și "capacitatea de a-și reveni".

Conceptul de reziliență organizațională este adesea asociat cu cel de performanță organizațională, chiar dacă natura lor este diferită, dar nu contradictorie. Performanța înseamnă capacitatea unei organizații de a-și gestiona corespunzător resursele și de a-și atinge obiectivele în mod eficient și eficace, în timp ce reziliența reprezintă capacitatea organizației de a face față adversităților, de a-și proteja resursele, de a rezista și de a-și reveni după șocuri. Cu toate acestea, o organizație poate avea foarte mult succes pe termen scurt, dar să nu fie rezistentă la crize. Cauzele sunt multiple: fragilitatea strategică (dependență puternică de o singură piață sau furnizor sau de o modă trecătoare), rigiditate organizațională, pericole climatice etc. În aceste cazuri, un eveniment neprevăzut, cum ar fi un război comercial, o ruptură în lanțul de aprovizionare, un cataclism..., poate genera prăbușirea acesteia. O organizație este atât performantă, cât și rezilientă dacă își controlează situația financiară, asigurându-și în același timp spațiu de manevră pentru securitatea sa în fața evenimentelor neprevăzute (Niculescu, M., Burlaud, A., 2025).

Reziliența este o preocupare recurentă a organismelor internaționale, a agențiilor de dezvoltare și a instituțiilor europene, care a devenit mai evidentă după criza COVID. Abordarea rezilienței de către acestea încorporează noi dimensiuni, cum ar fi cea a "pregătirii pentru șocuri" menționată de Banca Mondială, potrivit căreia reziliența este *"capacitatea de a se pregăti pentru perturbări, de a se recupera după șocuri și de a se dezvolta după o experiență perturbatoare"* (Grupul Băncii Mondiale, 2021). Mai recent, Banca Mondială a propus o definiție și o metodologie pentru evaluarea rezilienței la nivelul unui proiect de investiții, cu scopul de a informa mai bine investitorii, țările gazdă și alte părți interesate cu privire la proiectele respective. Ea a conceput un model de evaluare a rezilienței unui proiect bazat pe încrederea în capacitatea acestuia "*de a integra măsuri de adaptare adecvate (...) de evitare a sub-performanței financiare, de mediu și sociale față de ceea ce se așteaptă*" și de promovare a proiectelor *"capabile să consolideze reziliența climatică a sectorului și a beneficiarilor vizați de proiect"* (Grupul Băncii Mondiale, 2021). Această metodologie, chiar dacă nu este impusă de standardele europene, poate servi drept bază pentru reflecția analiștilor și a auditorilor și ca ghid pentru instituțiile și actorii din sectoarele public și privat.

În abordarea IPCC, reziliența este *„capacitatea sistemelor sociale, economice și de mediu de a face față unei schimbări, perturbări sau evenimente periculoase, permițându-le să răspundă la acestea sau să se reorganizeze astfel încât să-și păstreze funcția, identitatea și structura fundamentală, menținând în același timp, capacitatea de adaptare, de învățare și transformare"*

(IPCC, 2024). Această definiție, inspirată de Consiliul Arctic, îmbogățește abordare cu două aspecte inovatoare referitoare la: capacitatea sistemelor de a se reorganiza după o perturbare pentru a-și păstra funcția, identitatea și structura fundamentală și capacitatea sistemelor de a-și menține capacitățile de adaptare, învățare și transformare (Niculescu, M., Burlaud, A., 2025).

Comisia Europeană a lărgit și rafinat sfera conceptului prin introducerea unei variabile axiologice importante privind echitatea socială și incluziunea: *„capacitatea de a face față șocurilor economice, sociale și de mediu sau schimbărilor structurale durabile într-un mod echitabil, durabil și incluziv."* [Regulamentul (UE) 2021/241 al Parlamentului European și al Consiliului]. Componenta axiologică este în concordanță cu angajamentul european de a pune cetățenii pe primul loc și de a asigura o creștere durabilă și favorabilă incluziunii. Această abordare este încorporată și în Mecanismul de redresare și reziliență, care urmărește, printre altele, să facă statele membre mai reziliente, mai durabile și mai bine pregătite pentru provocările și oportunitățile tranziției verzi și digitale și să atingă obiectivul UE de neutralitate climatică până în 2050 [Regulamentul (UE) 2021/241 al Parlamentului European și al Consiliului].

Abordarea rezilienței organizaționale nu poate ignora astăzi reziliența climatică, din cauza riscurilor induse de pericolele climatice și de riscurile de tranziție. Performanța unei entități în ceea ce privește clima este determinată de capacitatea sa de a controla riscurile, de a profita de oportunitățile legate de climă și de a asigura continuitatea activităților sale și, în cele din urmă, de reziliența sa. Definiția dată de legiuitorul european rezilienței la schimbările climatice este o definiție tehnică, care sintetizează trei dimensiuni interconectate, de interes atât pentru sectorul privat, cât și pentru cel public:

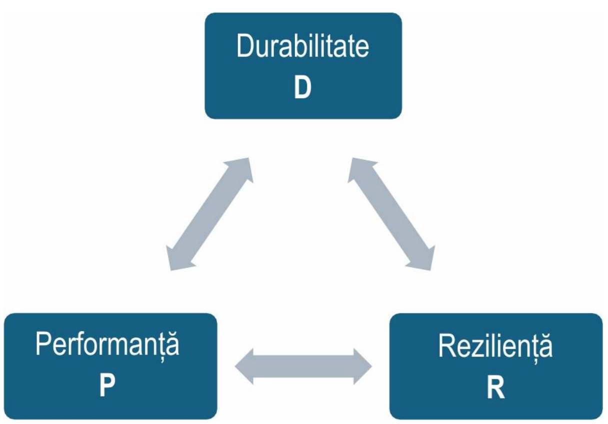
- Substanțială - reziliența la schimbările climatice înseamnă capacitatea unei întreprinderi de a se adapta la schimbările climatice și la schimbările sau incertitudinile legate de schimbările climatice;
- Funcțională - reziliența la schimbările climatice implică capacitatea de a gestiona riscurile legate de climă din Scope 1 și de a profita de oportunitățile legate de climă, inclusiv capacitatea de a răspunde și de a se adapta la riscurile fizice și de tranziție;
- Structurală - reziliența climatică include atât reziliența sa strategică, cât și cea operațională la schimbările, evoluțiile sau incertitudinile legate de schimbările climatice.

Acestea includ măsuri de atenuare a schimbărilor climatice și de adaptare, în conformitate cu angajamentele globale, inclusiv Acordul de la Paris din 2015 (Rectificare la Regulamentul delegat 2023/2772). Dimensiunea strategică implică integrarea aspectelor materiale de durabilitate în strategia unei organizații, luând în considerare vulnerabilitățile și capacitățile strategice ale acesteia, bazate pe o documentare riguroasă. Este vorba despre capacitatea sa de a înțelege provocările (dezvoltarea, în general sau problemele climatice), de a anticipa și de a se pregăti pentru a face față riscurilor și de a profita de oportunități într-un context restrictiv. Dimensiunea operațională vizează capacitatea sa de a acționa în ceea ce privește managementul, evaluarea și monitorizarea progreselor. Examinarea acțiunilor concepute și implementate pentru atenuarea vulnerabilităților și consolidarea rezilienței, a coerenței dintre politicile, acțiunile și resursele mobilizate, flexibilitatea și marjele de inflexiune în fața schimbării oferă auditorului extern o imagine de ansamblu asupra capacității de transformare a organizației și a evoluției rezilienței sale (Niculescu, M., Burlaud, A., 2025).

Conceptul de durabilitate a fost introdus în literatura de specialitate și în practica economică mai recent. În timp ce avem o definiție conceptuală universală a „dezvoltării durabile", inspirată de raportul Brundtland, conceptualizarea „durabilității" este mai nuanțată. Dezvoltarea durabilă presupune satisfacerea nevoilor prezentului fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi. „Durabilitatea" a devenit pivotul central al angajamentelor legate de ODD, conceptul fondator al anumitor instrumente juridice și cuvântul de ordine al informațiilor de divulgat de către întreprinderi și actori financiari. Cu toate acestea, semnificația și definiția sa sunt extrem de diverse, atât datorită complexității și multitudinii de percepții, cât și datorită diversității obiectivelor și cerințelor diferitelor organisme de standardizare și de promovare a dezvoltării durabile. Acest lucru generează o anumită neclaritate conceptuală, accentuată de înlocuirea, în diverse contexte, a conceptului de „durabilitate" cu alte sintagme, cum ar fi: dezvoltare durabilă, responsabilitate socială a întreprinderilor, responsabilitate ESG (mediu, social și guvernanță), responsabilitatea întreprinderilor, responsabilitate extrafinanciară a întreprinderilor etc., fără ca acestea să acopere neapărat aceleași realități.

Durabilitatea nu are o definiție juridică proprie. În absența unei definiții specifice a durabilității, legiuitorul a ales să definească mai precis anumite sintagme care utilizează termenii „durabilitate” sau „durabil”, făcând astfel posibilă deducerea sau extinderea, prin interpretare, a unei definiții specifice pentru durabilitate: activitate economică durabilă, finanțe durabile, investiții durabile, factori de durabilitate, aspecte de durabilitate etc. Performanța, reziliența și durabilitatea sunt intrinsec legate, influențându-se reciproc, așa cum sugerează și **Figura nr. 2**.

Figura nr. 2. Diagrama relațională a triadei PRD



Sursa: autorii

Această diagramă a triadei PRD reflectă o relație funcțională și cauzală care stă la baza tuturor sistemelor complexe, fie ele tehnice, ecologice sau organizaționale. Interdependența dintre performanță și reziliență determină nu doar stabilitatea funcționării curente, ci și persistența calităților sistemului pe termen lung, adică durabilitatea.

Pe de o parte, creșterea performanței optimizează activitatea pe termen scurt, însă, fără mecanisme reziliente orice șoc extern sau perturbare conduce la declin operațional sau chiar colaps funcțional. Pe de altă parte, o reziliență crescută, în lipsa unei performanțe adecvate, poate duce la conservarea ineficienței sau la stagnare. Doar integrarea acestor două dimensiuni asigură capacitatea sistemului de a absorbi șocuri, de a reveni rapid la parametrii normali de funcționare și de a valorifica lecțiile rezultate din perturbări.

Durabilitatea rezultă, astfel, ca o dimensiune integratoare, generată de echilibrul și sinergia dintre performanță și reziliență. Orice decizie de inginerie, management sau proiectare care favorizează unilateral una dintre dimensiuni în detrimentul celeilalte va conduce în final la compromiterea durabilității. Din această perspectivă, triada PRD devine modelul conceptual indispensabil oricărei evaluări structurale sau strategii de durabilitate.

În concluzie, integrate sistemic, performanța, reziliența și durabilitatea contribuie la realizarea angajamentelor de dezvoltare durabilă atât la nivelul entității, cât și la nivel global (Niculescu, M., Burlaud, A., 2025).

3. Viziunea Instituțiilor Supreme de Audit (SAI) privind dezvoltarea durabilă

Costul considerabil al măsurilor de protecție la șocuri, mai ales la cele legate de schimbările climatice, necesită mobilizarea unui volum enorm de resurse, atât publice cât și private. Numai investițiile în sectorul energetic au fost evaluate de TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures) la sute de miliarde de dolari anual. Astfel, după estimările acestui grup de lucru, investițiile în sectorul energetic în perioada 2016-2050 ar crește, în medie anuală, cu aproximativ 830 de miliarde de dolari (dolar EU din 2010) peste costul politicilor climatice deja în vigoare (scenariu de referință) (TCFD/GIEC, 2019). Instituțiile Supreme de Audit joacă, prin misiunea lor de control, un rol major în formarea, administrarea și folosirea resurselor financiare publice orientate spre obiectivele climatice și, în general, spre ODD-uri. Acest rol a fost reafirmat recent în cadrul Adunării generale a ONU, în decembrie 2024, care a adoptat Rezoluția 79/231 *„Promoting and fostering the efficiency, accountability, effectiveness and transparency of public administration by strengthening supreme audit institutions* ”[1]. Rezoluția subliniază rolul Instituțiilor Supreme de Audit în promovarea eficienței, responsabilității, eficacității și transparenței administrației publice din perspectiva realizării obiectivelor și priorităților dezvoltării naționale, precum și obiectivele de dezvoltare durabilă. Ea recunoaște rolul Instituțiilor Supreme de Audit în respectarea acordurilor și angajamentelor internaționale, printre care și cele legate de climat.

Extinderea rolului auditului public extern prin adoptarea unui cadru integrator privind performanța, reziliența și durabilitatea se înscrie în această viziune novatoare adoptată la nivel internațional.

---

[1] https://www.intosai.org/fileadmin/downloads/documents/open_access/intosai_and_united_nations/79_231_2024/EN_UN_Resol_79_231.pdf

În acest context, INTOSAI a lansat inițiativa Climate Scanner, un instrument care permite realizarea unor evaluări independente ale acțiunilor guvernelor privind schimbările climatice, la care s-au asociat numeroase țări europene. Toate țările Uniunii Europene, printre care și România, și-au asumat o serie de angajamente în favoarea climei, devenite obligatorii din punct de vedere juridic în contextul Agendei 2030, Acordului de la Paris din 2015, Pactului verde european, Pachetului climatic "Pregătiți pentru 55" și respectiv al PNRR-lor.

România a ratificat Acordul de la Paris prin legea nr. 57 din 2017. Instituțiile Supreme de Audit joacă un rol important în realizarea angajamentelor asumate, contribuind la eforturile guvernelor de a aborda schimbările climatice prin furnizarea unor evaluări independente și obiective ale acțiunii naționale în acest domeniu, respectiv prin evaluarea eficienței implementării politicilor publice legate de mediu și de climă, evaluarea eficienței alocării și utilizării resurselor, prin promovarea transparenței și a bunei guvernări.

La nivel național, inițiativele legate de politicile de susținere, de alocare și utilizare a resurselor financiare în favoarea ODD-urilor și a adaptării la schimbările climatice s-au multiplicat. În Franța cea de-a doua Cameră a Curții de Conturi intitulată „Energie, transport, mediu, energie și mare” acoperă domenii cheie ale ODD-urilor și ale atenuării și adaptării la schimbările climatice, ocupându-se de tranziția ecologică. Comunitatea de tranziție ecologică creată în cadrul acesteia este o modalitate de comunicare între experți, de schimb de experiență, de mutualizare a cunoștințelor. Austria a integrat considerentele privind schimbările climatice în programul său de stabilitate 2020-2024. Ministerul spaniol de finanțe a publicat în 2021 și 2022 un raport anual privind adaptarea bugetului la obiectivele de dezvoltare durabilă ale Agendei 2030 a ONU, care include un capitol specific dedicat "bugetului verde". Astfel de rapoarte au fost realizate și în alte țări, precum Norvegia, Lituania, Regatul Unit etc.

România a reglementat bugetarea verde prin Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 75/2024 și prin Hotărârea nr. 1.074 din 28 august 2024 pentru aprobarea Normelor metodologice de punere în aplicare a prevederilor Ordonanței de Urgență a Guvernului nr. 75/2024 privind reglementarea etichetării cheltuielilor bugetare și a cheltuielilor fiscale pentru bugetarea verde, precum și a Regulamentului privind organizarea, funcționarea și atribuțiile Comitetului interministerial pentru etichetarea cheltuielilor bugetare și a cheltuielilor fiscale. Acestea au ca obiectiv de a asigura gestionarea responsabilă a resurselor financiare care contribuie la protecția mediului și la combaterea schimbărilor climatice. Astfel, cheltuielile bugetare și cheltuielile fiscale pot fi încadrate în următoarele categorii: cheltuieli "verzi", cheltuieli "maro", cheltuieli "mixte", cheltuieli "neutre", cheltuieli "neetichetate", de la efectul cel mai favorabil, respectiv "cheltuieli verzi", la efectul nefavorabil, respectiv "cheltuieli maro".

Aceste exemple de abordări naționale evidențiază o evoluție semnificativă a rolului SAI-urilor în guvernanța publică modernă, prin poziționarea acestora ca facilitatori ai tranziției spre durabilitate și catalizatori ai alinierii strategiilor financiare la obiectivele de dezvoltare durabilă.

4. Reglementările europene privind durabilitatea – sursă de inovare pentru SAI-uri

Dezvoltarea durabilă se află de mult timp în centrul politicilor Uniunii Europene și al inițiativelor sale de dezvoltare, dimensiunea lor socială și de mediu fiind inclusă în tratatele Uniunii încă de la început. În conformitate cu articolul 11 din Tratatul privind funcționarea Uniunii Europene, *"cerințele de protecție a mediului trebuie integrate în definirea și punerea în aplicare a politicilor și acțiunilor Uniunii, în special, în vederea promovării dezvoltării durabile*" (TFUE, 2012). În ceea ce privește aspectele sociale, o serie de articole fac referire la drepturile sociale fundamentale și la respectarea Cartei sociale europene (Torino, 1962), a Cartei europene a drepturilor fundamentale (2012) etc.

Instituțiile europene și-au exprimat în mod repetat îngrijorarea cu privire la consecințele tot mai nocive ale schimbărilor climatice și ale epuizării resurselor pentru societățile noastre. În ultimii ani, în special în contextul crizei Covid 19, acestea s-au mobilizat pentru a promova o dezvoltare care să răspundă nevoilor generațiilor actuale și viitoare, angajamente care constituie principiul director al politicilor și strategiilor europene[1] [CE, COM (2021) 390 final].

UE s-a angajat să devină primul continent neutru din punct de vedere climatic până în 2050, să își reducă emisiile de gaze cu efect de seră cu cel puțin 55% până în

[1] Comisia Europeană, COM (2021) 390 final, *Finanțarea tranziției către o economie durabilă,* p. 1

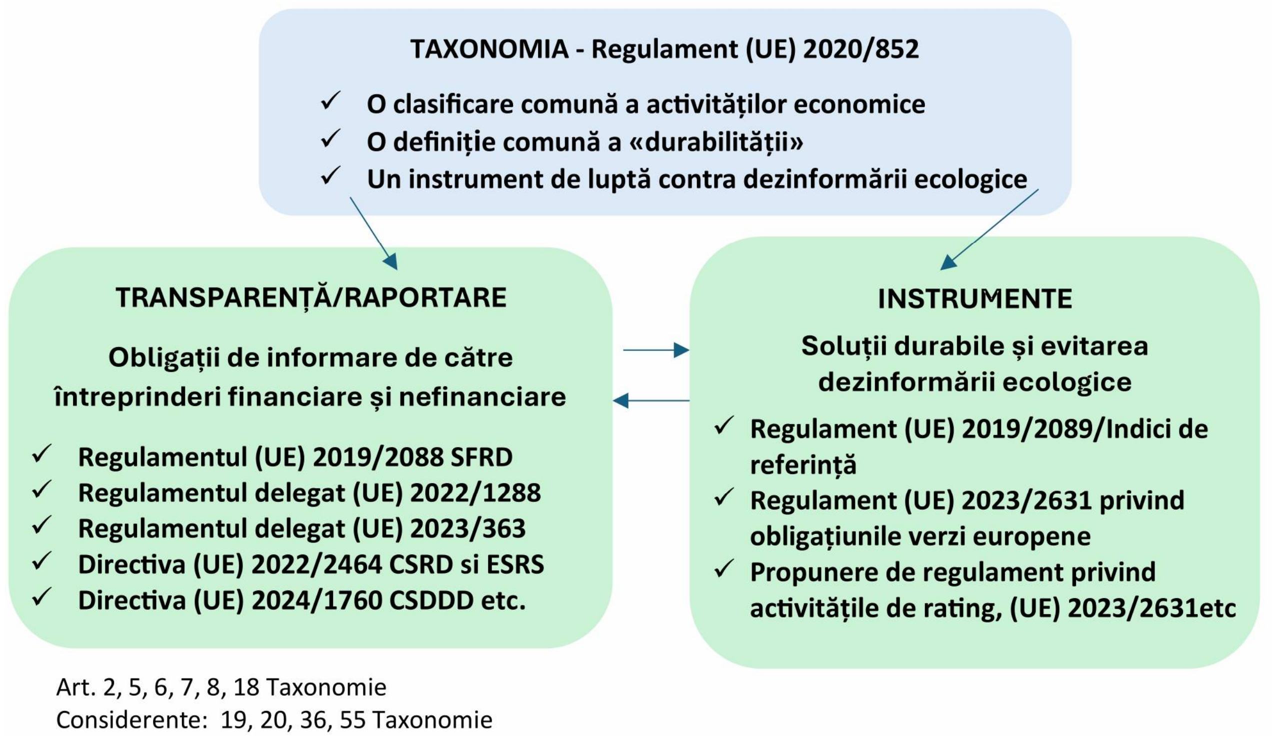
2030 față de nivelurile din 1990, să își consolideze reziliența în fața schimbărilor climatice, să inverseze pierderea biodiversității și degradarea generală a mediului, să nu lase pe nimeni în urmă în acest proces și să contribuie la realizarea obiectivelor de dezvoltare durabilă.

Principalele documente de orientare a politicilor de dezvoltare durabilă sunt:

- Planul de acțiune - Finanțarea creșterii durabile (2018);
- Pactul verde pentru Europa (2019);
- Strategia de finanțare a tranziției către o economie durabilă (2021).

Acestea au fost urmate de un set de acte legislative grupate în jurul sintagmei „finanțe durabile". O parte dintre acestea sunt sintetizate în **Figura nr. 3**.

Figura nr. 3. Elemente ale cadrului reglementar european privind durabilitatea



Sursa: Niculescu, M., Burlaud, A., 2025

După cum se poate observa, cadrul reglementar și normativ european reflectă o abordare complexă, fundamentată pe dovezi științifice și proporționale cu provocările actuale ale durabilității. Acesta integrează numeroase elemente de inovație, marcând o ruptură semnificativă față de reglementările anterioare și, în special, față de standardele voluntare.

Este vorba de acte juridice cu miză societală, a căror aplicare ar trebui să conducă la schimbări profunde ale modului de producție și de consum ale vieții în societate. Consolidarea rezilienței la schimbările climatice este un obiectiv transversal al tuturor acestor reglementări, fiind o prioritate europeană și națională.

Reglementările europene privind durabilitatea și reziliența constituie - sau ar trebui să constituie - repere și pentru Instituțiile Supreme de Audit. Regulamentul Taxonomie instituie criteriile pentru a determina dacă o activitate economică se califică drept durabilă din punctul de vedere al mediului în scopul stabilirii gradului în care o investiție este durabilă din punctul de vedere al mediului. Acestea prezintă interes pentru sectorul public, mai ales în contextul elaborării bugetelor verzi. Cadrele legislative naționale ar trebui să respecte în procesul de etichetare a cheltuielilor bugetare principiile generale, precum și obiectivele de mediu prevăzute de Taxonomia europeană la art. 9, și anume: atenuarea schimbărilor climatice; adaptarea la schimbările climatice; utilizarea durabilă și protecția resurselor de apă și a celor marine; tranziția către o economie circulară; prevenirea și controlul poluării; protecția și refacerea biodiversității și a ecosistemelor.

De asemenea, Regulamentul privind informațiile de durabilitate în sectorul serviciilor financiare (SFRD) stabilește cadrul de direcționare a fluxurilor de investiții spre activități/sectoare de durabilitate, contribuind astfel la consolidarea rezilienței economiei reale și a stabilității sistemului financiar. CSRD merge mai departe aducând o serie de inovații conceptuale și substanțiale în materie de durabilitate și reziliență organizațională (Niculescu M., Burlaud A., 2023). Directiva impune întreprinderilor publice și private să analizeze și să publice în declarația de durabilitate informații privind reziliența modelului și a strategiei lor de afaceri în raport cu riscurile asociate factorilor de durabilitate și în special factorilor climatici. Mai mult, această directivă a introdus obligativitatea auditării declarațiilor de durabilitate de către un auditor extern, pe baza standardelor de audit acreditate. Acest lucru este în concordanță cu ambiția legiuitorului european de a pune informațiile privind durabilitatea pe picior de egalitate cu raportarea financiară. Această inovație adusă de CSRD consolidează credibilitatea informației de durabilitate în fața participanților la piața de capital (investitori), a forței de muncă (angajați), a bunurilor sau serviciilor (consumatori și utilizatori) și a comunităților (Burlaud A., Niculescu M., Predescu, L., 2024).

În timp ce Directiva CSRD stabilește cadrul conceptual și principiile generale privind informațiile referitoare la durabilitate ce trebuie raportate de către actorii economici și financiari, Regulamentul delegat de aplicare privind Standardele Europene de Raportare privind Sustenabilitatea (European Sustainability Reporting Standards – ESRS) definește normele tehnice precise pentru elaborarea și prezentarea acestor raportări. Standardele ESRS constituie o sursă incontestabilă de inovație inclusiv pentru sectorul public, oferind o serie de elemente de referință, dintre care se pot menționa următoarele: clarificări conceptuale riguroase; recomandări metodologice riguroase privind stabilirea și validarea obiectivelor și a țintelor de durabilitate; o metodologie științific fundamentată pentru evaluarea și monitorizarea performanțelor în domeniul factorilor de mediu, sociali și de guvernanță (ESG); un set coerent de indicatori relevanți, capabili să reflecte în mod fidel progresul înregistrat în timp; precum și formalizarea unor procese interne esențiale pentru asigurarea transparenței, cum sunt analiza dublei materialități și desfășurarea procesului de *due diligence*.

Transpunerea exigențelor acestor reglementări în practică variază de la o regiune la alta și de la o țară la alta, în funcție de circumstanțele specifice, de eficiența organismelor publice responsabile, precum și de capacitatea de mobilizare a organizațiilor profesionale și academice vizate. Această diversitate este explicabilă prin faptul că nu există o cale unică de tranziție climatică și socială și nici o modalitate unitară de monitorizare a progreselor în direcția unui viitor rezilient și durabil.

5. Rezultatele cercetării și discuții

Prezentarea principalelor rezultate ale cercetării privind modul în care triada PRD este integrată în practica actuală a auditului public extern, precum și perspectiva auditului public extern în contextul noilor exigențe de reziliență și durabilitate este structurată astfel:

- Rezultatele cercetării documentare privind integrarea rezilienței și durabilității în auditul public extern;
- Perspective ale consolidării auditului public extern prin abordarea integrată a PRD;
- Validarea rezultatelor cercetării.

5.1. Rezultatele cercetării documentare privind integrarea rezilienței și durabilității în auditul public extern

Principalele constatări rezultate în urma analizei cadrului normativ, instituțional și operațional privind modul în care exigențele rezilienței și durabilității sunt reflectate în activitatea de audit public extern (atât în documentele de referință, cât și în practica auditului) s-au axat pe standardele și ghidurile emise de INTOSAI, pe documentele naționale de referință la nivel național (reglementări și politici publice), precum și pe rapoartele de audit al performanței realizate de către Curtea de Conturi a României (CCR).

Reglementările și ghidurile INTOSAI recomandă SAI-urilor, de manieră generală, abordarea aspectelor de performanță, reziliență și durabilitate prin includerea acestora, în special, în auditul performanței sau al politicilor publice. În funcție de necesități, aceste aspecte pot fi corelate cu cele ale auditurilor financiare și de conformitate, având în vedere impactul financiar al pericolelor și riscurilor legate de mediu sau de gestionarea resurselor. Pentru o mai bună cunoaștere a situației actuale privind integrarea triadei PRD în auditul public extern, am realizat o analiză lexicală (vezi ***Anexa 1***), combinată cu o analiză de conținut a ghidurilor și standardelor recente aflate în vigoare ale INTOSAI.

Principalele concluzii ale analizei sunt:

a) Conceptul de performanță (P) domină în toate ghidurile și standardele majore (ex: GHID 4910, GHID 9020, GHID 5200 etc.), confirmând faptul că în doctrina auditului public extern evaluarea performanței (eficiență, eficacitate, economicitate) rămâne centrul de greutate. Acesta rămâne, în multe cazuri, restrâns la dimensiuni tehnico-financiare, fără integrarea dimensiunilor sociale sau ecologice. Standardul ISSAI 3000 „Standardul auditului performanței" definește auditul performanței ca o evaluare independentă a economicității, eficienței și eficacității activităților publice. Lexicul documentului folosește frecvent termeni asociați precum: „eficiență", „obiectiv", „audit de performanță", „criterii de audit", „rezultate", „evaluare", „calitate". Analiza de conținut arată că standardul promovează performanța ca obiectiv central, structurând procesele de audit pe baza indicatorilor de performanță și pe articularea clară a obiectivelor. În același timp, performanța nu este un scop izolat, ci este corelată cu eficiența utilizării resurselor, calitatea managementului, valoarea publică și transparența.

b) Conceptul de reziliență (R) are o frecvență scăzută, fiind asociat în principal auditului dezastrelor și evaluării politicilor publice (ex: GHID 5330, GHID 9020). Standardele și ghidurile recente INTOSAI tratează reziliența preponderent din perspectiva managementului riscului și al reacției la situații de urgență (GHID 5330). De altfel, Ghidul 5330 „Auditul managementului dezastrelor" este singurul care abordează aspectele de reziliență. Analiza lexicală arată că termenii centrali sunt „adaptare", „prevenție", „capacitate instituțională", „continuitate" și „criză". Abordarea rezilienței este adesea sectorială, neintegrând pe deplin componenta sistemică, anticipativă, cerută de provocările actuale (ex: schimbări climatice, digitalizare, șocuri socio-economice). Aspecte cheie precum capacitatea de inovare, adaptare instituțională și managementul proactiv al incertitudinii nu sunt suficient tratate.

c) Conceptul de durabilitate (D) apare mai frecvent decât cel de reziliență, mai ales în ghidurile despre auditurile de mediu și dezvoltare (GHID 5202, GHID 5330), fiind adesea corelat cu concepte precum: „sustenabilitate", „resurse naturale", „impact pe termen lung", „politici de mediu", „echitate intergenerațională". Analiza de conținut evidențiază un cadru structurat pentru auditarea activităților cu impact ecologic, evaluarea politicilor de dezvoltare și implicarea responsabilității socio-ecologice. Dar, deși există o structură lexicală complexă, durabilitatea rămâne insuficient integrată în ciclul complet de audit. Adesea nu se corelează direct cu indicatorii de performanță sau cu mecanismele de reziliență, iar legătura cu echilibrul generațional și cu obiectivele de dezvoltare durabilă globale (SDG) poate fi consolidată.

În concluzie, triada performanță-reziliență-durabilitate (PRD) nu este (încă) integrată în mod structurat și sistemic în reglementările oficiale ale INTOSAI: performanța domină cadrul actual, dar într-o formă clasică; durabilitatea este în curs de afirmare; reziliența este foarte puțin prezentă, ceea ce indică o zonă-cheie pentru inovație instituțională și metodologică.

Această analiză sugerează existenta unor piste de inovare, în sensul extinderii și aprofundării abordărilor legate de durabilitate și reziliență, ca piloni esențiali pentru auditul public extern în fața provocărilor secolului XXI.

Dacă ne raportăm la cadrul legislativ național, respectiv documente de politici publice, reglementări de punere în aplicare a strategiilor naționale adoptate de Guvern în procesul de îndeplinire a ODD, analiza lexicală (vezi ***Anexa 2***), combinată cu analiza de conținut relevă o evoluție semnificativă spre integrarea multidimensională a conceptelor de performanță, reziliență și durabilitate (PRD) în discursul strategic și normativ. Termenul de „performanță" continuă să fie central, asociat cu eficiența, competitivitatea și impactul asupra dezvoltării, însă, treptat, acesta migrează dinspre sensul exclusiv tehnico-financiar către o abordare mai cuprinzătoare, în care impactul social și ecologic devine indispensabil. „Reziliența" câștigă teren ca element definitoriu pentru capacitatea de adaptare, managementul riscurilor și continuitatea politicilor publice, fiind tot mai des legată de procesele de transformare urbană și de strategiile climatice. În același timp, „durabilitatea" se impune categoric ca pilon lexical și conceptual, regăsindu-se frecvent în titluri, obiective, acțiuni și indicatori ai documentelor, consolidând discursul orientat pe sustenabilitate, economie circulară și responsabilitate generațională. Această densitate semantică indică o maturizare progresivă a cadrului normativ și lingvistic, reflectând atât presiunile antropocene, cât și exigențele de aliniere la standardele și indicatorii internaționali de dezvoltare durabilă

O sinteză corelată arată că standardele INTOSAI prioritizează performanța (clasic), urmată de durabilitate și parțial de reziliență, în timp ce reglementările naționale reflectă o integrare mult mai echilibrată a triadei PRD, în special în strategii climatice, urbane și de mediu, în fața provocărilor contemporane.

Analiza a fost aprofundată și la nivel de SAI pe exemplul Curții de Conturi a României, folosind drept bază de studiu rapoarte de audit al performanței din anii 2023-2024 (***Anexa 3***). Analiza lexicală a acestor rapoarte relevă o predominanță clară a conceptului de „performanță”, reflectată atât în frecvența ridicată a termenului, cât și în focalizarea asupra eficienței, eficacității și calității în evaluarea serviciilor publice (ex.: servicii de apă, energie din surse regenerabile, agricultură și investiții în gaze naturale). Lexicul este centrat, în principal, pe indicatori de rezultat, competitivitate, eficiența utilizării resurselor și realizarea obiectivelor strategice. „Reziliența” apare sporadic în rapoarte, fiind asociată cu acțiuni de prevenire a riscului, reacții la inundații sau la schimbări climatice, dar rareori este tratată ca principiu sistemic sau ca pilon separat al auditului. Conceptul de „durabilitate” este legat în special de tematici ce vizează resurse naturale, independența energetică și echitatea accesului la servicii.

Comparativ cu reglementările internaționale și naționale analizate anterior, rapoartele CCR se concentrează pe performanță în accepțiunea tradițională, cu unele deschideri către durabilitate la nivel sectorial și o abordare limitată a rezilienței. Această structură lexicală și de conținut confirmă necesitatea extinderii și aprofundării integrării triadei PRD în auditul public extern și sugerează direcția de evoluție a acestuia: de la performanță clasică la evaluări complexe, proactive și durabile, în linie cu cerințele antropocenului și strategiile globale.

5.2. Perspective ale consolidării auditului public extern prin abordarea integrată a PRD

Cadrul legislativ european în materie de durabilitate, reprezentat de Regulamentul privind Taxonomia UE, Regulamentul SFRD, Directiva CSRD și Directiva CSDDD, vizează cu precădere sectorul privat și piețele financiare. Obiectivul fundamental al acestor instrumente juridice constă în creșterea transparenței întreprinderilor privind aspectele de durabilitate, prin instituirea unui cadru standardizat și armonizat de raportare, dublat de cerințe de asigurare independentă, menite să consolideze încrederea părților interesate.

Prin inovațiile conceptuale și normative pe care le aduc, aceste reglementări consacră Uniunea Europeană drept un actor global de referință în promovarea durabilității. În pofida controverselor generate de unele modificări recente propuse prin așa-numita Directivă Omnibus, arhitectura legislativă europeană privind durabilitatea rămâne un cadru de referință atât pentru practica economică și financiară internațională, cât și pentru cercetarea științifică.

Deși Instituțiile Supreme de Audit (SAI) nu se află în mod direct sub incidența acestor reglementări, amploarea transformărilor pe care acestea le presupun, alături de accentul tot mai pronunțat pe performanță, reziliență, durabilitate și responsabilitate, creează premisele unei integrări strategic fundamentate a principiilor promovate de acest cadru în activitatea de audit public extern. În acest context, cadrul reglementar european constituie un catalizator al transformării practicilor de audit public extern, contribuind la consolidarea calității guvernanței financiare și a gestiunii fondurilor publice.

Cercetarea noastră a identificat următoarele piste de consolidare a auditului public extern prin integrarea triadei PRD:

a) *Generalizarea utilizării Taxonomiei UE la evaluarea „ex ante” și „ex post” a politicilor publice legate de factorii de durabilitate*

Referențialul Taxonomie (Regulamentul Taxonomie și regulamentele delegate) constituie o referință mondială în ce privește crearea unui limbaj comun relativ la durabilitate, respectiv la înțelegerea comună a criteriilor ce definesc o activitate durabilă din punct de vedere al mediului (Niculescu, M., Voicu, C., 2024). Valențele sale cognitive și operaționale, rolul motor în realizarea obiectivelor finanțelor verzi îl recomandă drept instrument eficace de evaluare a eficienței implementării politicilor publice legate de mediu și de schimbările climatice. El poate fi utilizat în fundamentarea studiilor de impact al politicilor publice legate de mediu atât *ex-ante* pentru fundamentarea acestora, cât și *ex-post* pentru a evalua consecințele acțiunii publice asupra mediului și a schimbărilor climatice. Aceasta deoarece metodologia Taxonomiei se bazează pe criterii tehnice de examinare (CTE) riguroase, care definesc nivelurile de performanță pe care trebuie să le atingă o activitate economică pentru a se califica drept o activitate care aduce o contribuție substanțială la unul dintre obiectivele "climă" sau "mediu".

CTE-urile permit identificarea celor mai relevante contribuții potențiale la obiectivul de mediu în cauză, luând în considerare atât impactul pe termen scurt, cât și pe termen lung al unei anumite activități economice. Criteriile Taxonomiei se bazează, după caz, pe legislația UE în vigoare, pe cele mai bune practici, standarde și metodologii, precum și pe standarde, practici și metodologii consacrate elaborate de organisme publice recunoscute la nivel internațional. Ele țin cont, pe cât este posibil, de indicatorii de durabilitate, de sistemele de etichetare și certificare ale Uniunii, de clasificările statistice ale Uniunii și de orice legislație relevantă în vigoare. Utilizarea principiilor și criteriilor din Taxonomia UE în elaborarea bugetelor publice și în gestionarea fluxurilor financiare la nivel național constituie o direcție cu un potențial considerabil de inovație pentru Instituțiile Supreme de Audit (SAI).

b) *Integrarea sistemică a unor exigențe legate de reziliență și durabilitate în auditul de performanță*

Manualul de audit al performanței cuprinde o serie de sugestii privind testele legate de mediu. Acestea pot fi îmbogățite considerabil prin includerea unor exigențe legate de reziliență și durabilitate, inspirate din standardele ESRS, așa cum sugerează **Tabelul nr. 1**.

Tabelul nr. 1. Exemple de complementaritate între auditul performanței și dimensiunile rezilienței/durabilității

Teme de audit al performanței *	Sugestii de teme din standardele ESRS
Calitatea obiectivelor și a stabilirii țintelor	Calitatea obiectivelor și a stabilirii țintelor privind adaptarea la schimbările climatice *NB/ Regulamentul delegat al CSRD cuprinde norme de stabilire a țintelor și a obiectivelor climatice (angajamente internaționale, probe științifice, etc)*
Auditul sistemelor de control al riscurilor organizaționale	Auditul sistemelor de control al riscurilor climatice Auditul sistemelor de control al riscurilor organizaționale legate de corupție, mită și lobby în legătură cu aspectele de mediu
Mediu, schimbările climaterice și dezvoltarea durabilă	Auditul unor aspecte novatoare evocate de standardele de mediu: ESRS E1 Schimbările climatice ESRS E2 Poluare ESRS E3 Resursele de apă și cele marine ESRS E4 Biodiversitatea și ecosistemele ESRS E5 Utilizarea resurselor și economia circulară

** Conform Manualului de audit al performanței, CCR, 2023 și CSRD/ESRS*

Sursa: autorii

c) *Consolidarea formelor actuale de audit prin introducerea de teme legate de controlul riscurilor climatice*

Așa cum a rezultat din analiza de conținut, *Ghidul INTOSAI 5330 Îndrumări privind auditul managementului dezastrelor* este cel mai orientat spre aspectele de reziliență. El ar putea fi actualizat prin luarea în considerare a clasificării pericolelor climatice, fizice și de tranziție propuse de Taxonomia europeană, mai adaptată la contextul actual și la stadiul încălzirii globale. În recomandările sale din 2017, *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures* (TCFD), înființat sub egida Consiliului pentru stabilitate financiară al G20, a identificat două categorii de riscuri climatice: *riscurile fizice*, și anume riscurile care rezultă din daunele cauzate direct de fenomenele meteorologice și climatice, și *riscurile de tranziție,* și anume riscurile care rezultă din efectele punerii în aplicare a unui model economic cu emisii reduse de carbon. TCFD face distincție *între riscurile acute* și cele *cronice*. *Riscurile acute* sunt declanșate de evenimente de tipul dezastrelor naturale a căror frecvență și gravitate ar putea crește: furtuni, uragane, inundații etc. *Riscurile cronice* sunt legate de modificări pe termen lung ale tiparelor climatice, cum ar fi creșterea temperaturilor, cu următoarele consecințe: creșterea nivelului mărilor, căldură cronică, modificarea tiparelor precipitațiilor și creșterea variabilității, dispariția anumitor resurse etc.

Conform TCFD, *riscurile de tranziție* acoperă următoarele patru categorii de riscuri: de reglementare și juridice, tehnologice, de piață și reputație. *Riscurile de reglementare și juridice* sunt legate de o schimbare a politicilor publice privind atenuarea sau adaptarea la schimbările climatice sau de pierderile și daunele rezultate în urma unei astfel de schimbări. Această categorie de riscuri este preocupantă pentru orice tip de organizație, având în vedere dinamica politicilor publice în acest domeniu, precum și schimbările climatice la care asistăm în prezent. *Riscurile tehnologice* sunt generate de inovațiile și descoperirile tehnologice care contribuie la combaterea schimbărilor climatice (noi tehnologii în domeniul energiei regenerabile, stocarea energiei, captarea carbonului etc.). De asemenea, acestea sunt în creștere rapidă, având un impact asupra structurii activelor publice și private prin apariția de active blocate și asupra rezilienței acestora.

Riscurile de reputație sunt generate de schimbările în percepția părților interesate cu privire la contribuția unei organizații la tranziția către o economie cu emisii scăzute de carbon. Această clasificare, care a servit ca bază pentru Taxonomia UE, constituie o direcție de perfecționare a analizei riscului în auditul public extern.

d) *Promovarea transparenței și a bunei guvernări legate de mizele de durabilitate în sectorul public*

Calitatea auditului este condiționată, în bună măsură, de disponibilitatea informațiilor și de calitatea lor. Aceste premise nu sunt întotdeauna asigurate în cazul instituțiilor publice. În sectorul privat, obligația de publicare a declarației de durabilitate pe baza unor standarde aplicabile pentru anumite tipuri de întreprinderi (care depășesc un anumit volum de activitate), conform directivei CSRD și normelor de aplicare, constituie un real progres. Întreprinderile sunt obligate să comunice informațiile necesare pentru înțelegerea impactului activității lor asupra aspectelor de durabilitate și informațiile necesare pentru înțelegerea modului în care aspectele de durabilitate afectează dezvoltarea, performanța și poziția întreprinderii. Principalele impacturi, riscuri și oportunități sunt identificate și raportate în temeiul principiului dublei materialități, constituind surse credibile pentru auditul de durabilitate, inclusiv a unor aspecte de reziliență. Prin urmare, exigențele de raportare în materie de durabilitate sunt mult mai riguroase în sectorul privat decât în sectorul public, unde o astfel de declarație de tip extra-financiar nu este impusă. Această asimetrie necesită găsirea unor soluții de promovare a transparenței și a bunei guvernări legate de mizele climatice și de reziliență în sectorul public.

e) *Introducerea unei noi forme da audit public extern ca „audit al durabilității”*

Deși aflată într-un stadiu incipient, ideea elaborării unor rapoarte sau declarații de durabilitate de către instituțiile publice se conturează tot mai clar ca o posibilă obligație viitoare, în concordanță cu tendințele europene de extindere a cerințelor de raportare non-financiară în sectorul public. O astfel de perspectivă deschide calea unei noi forme de audit, „auditul durabilității”, similar celui introdus recent în sectorul privat.

5.3. Validarea rezultatelor cercetării

Pentru validarea rezultatelor cercetării, autorii au utilizat două metode:

– metoda focus- grup;
– metoda confruntării rezultatelor cercetării documentare cu exemple de bune practici în domeniul abordării integrate a triadei PRD în auditul public extern.

A. Metoda focus - grup

Obiectivul principal al cercetării calitative a fost explorarea percepțiilor, experiențelor și opiniilor specialiștilor cu privire la integrarea dimensiunilor rezilienței și durabilității în cadrul auditului public extern. De asemenea, cercetarea a vizat validarea propunerilor de integrare a triadei PRD (performanță, reziliență, durabilitate) în practicile actuale de audit public extern.

Focus-grupul a reunit 20 de profesioniști, iar colectarea datelor s-a realizat prin intermediul unor schimburi de idei (care au durat 60 de minute), structurate în jurul a trei întrebări deschise, menite să surprindă complexitatea subiectului analizat:

– În ce măsură formele actuale de audit public extern integrează componentele de reziliență și durabilitate?

– Care este opinia dumneavoastră cu privire la consolidarea practicilor actuale de audit prin includerea explicită a dimensiunilor rezilienței și durabilității?

– Cum apreciați oportunitatea introducerii unei forme distincte de audit al durabilității, inspirată de modelul instituit prin Directiva CSRD pentru sectorul privat?

a) *Concluzii privind percepția actuală asupra auditului public extern*

Participanții au semnalat că, în practică, auditul public extern este încă predominant orientat spre reglementările interne și standardele INTOSAI, fără o integrare clară a cadrului european de reglementare privind durabilitatea. Există o lipsă de familiarizare cu instrumentele și metodologiile europene recente (ex: Regulamentul privind Taxonomia), iar termeni precum „durabilitate” și „dezvoltare durabilă” sunt utilizați interschimbabil, fără claritate conceptuală.

b) *Concluzii privind integrarea exigențelor privind reziliența și durabilitatea în auditul public extern*

Majoritatea participanților au considerat că integrarea rezilienței și durabilității este posibilă în cadrul auditului performanței, fără a fi necesară dezvoltarea unui nou tip distinct de audit al durabilității în sectorul public. Totuși, au fost exprimate rezerve privind capacitatea instituțională actuală de a aborda aceste noi dimensiuni, în special din perspectiva competențelor profesionale și a cadrului metodologic necesar.

c) *Concluzii privind perspectiva unei forme distincte de audit public extern*

Opinie majoritară: necesitatea unui audit distinct al durabilității în sectorul public nu este susținută la acest moment, fiind preferată abordarea integratoare în cadrul auditului performanței. Argumentele invocate includ: redundanța metodologică, lipsa unui cadru de reglementare clar, riscuri de fragmentare instituțională.

În concluzie, perspectivele identificate prin cercetarea documentară, în sens larg, au fost validate doar parțial prin metoda focus-grupului. Propunerea privind introducerea unei noi forme de audit public extern sub forma auditului durabilității nu a întrunit consensul participanților, fiind considerată, în această etapă, prematură sau dificil de aplicat în practică.

B. Metoda confruntării rezultatelor analizei documentare cu bune practici în domeniu

Metoda confruntării rezultatelor analizei documentare cu bune practici se regăsește frecvent în literatura de specialitate (Manes-Rossi, F., Cohen, S., Caperchione, E., & Brusca, I. 2020; Veltri, S., De Luca, F., & Silvestri, A., 2022). În vederea acestei confruntări am făcut o documentare amplă pe site-urile SAI-urilor din țările membre ale Uniunii Europene.

Prima constatare, de ordin general, este următoarea: modalitățile prin care SAI-urile din statele membre UE răspund acestor provocări variază semnificativ, în funcție de tradiția administrativă, capacitatea instituțională, mobilizarea organismelor profesionale din contabilitate și audit, nivelul învățământului superior și al cercetării, gradul de deschidere către inovație etc. Analiza documentară a surselor publice disponibile relevă faptul că anumite jurisdicții, precum Austria, Germania, Franța, Italia, dar și Ungaria sau Polonia, se află deja în stadii diferite de operaționalizare a unor componente ale cadrului european privind durabilitatea în auditul public extern. Lucrarea de față nu își propune o cartografiere exhaustivă a acestui proces, însă reține câteva exemple ilustrative de SAI-uri care se afirmă prin demersuri inovatoare, cu valoare demonstrativă în contextul tranziției către o guvernanță publică sustenabilă.

Analiza comparativă evidențiază faptul că anumite Instituții Supreme de Audit (SAI), precum Curtea de Conturi a Austriei, desfășoară misiuni tematice focalizate pe evaluarea eficienței utilizării fondurilor publice pentru proiectele cu impact ecologic, precum și pe verificarea conformității acestora cu criteriile prevăzute de Taxonomia Uniunii Europene atât la nivel de execuție bugetară, cât și investițional. Totodată, instituția evaluează procesul de implementare a directivei CSRD, inclusiv gradul de conformitate al întreprinderilor mari și al instituțiilor de interes public cu cerințele actualizate privind raportarea sustenabilității. Începând cu anul 2025, standardele ESRS sunt adoptate ca reper metodologic pentru verificarea calității, completitudinii și acurateței informațiilor nefinanciare incluse în rapoartele de sustenabilitate auditate.

Un demers comparabil este regăsit și în activitatea Curții de Conturi a Italiei, care realizează audituri tematice orientate spre analiza gradului de implementare a inițiativelor de durabilitate, evaluarea politicilor publice de mediu, examinarea alocărilor bugetare și monitorizarea conformității acestora cu legislația și strategiile naționale corelate cadrului normativ european. Un aspect deosebit de relevant în contextul cercetării este reprezentat de auditarea gradului de aliniere la Taxonomia UE pentru cheltuielile și investițiile verzi ale sectorului public și ale statului. În cadrul procesului de monitorizare a măsurilor asociate *Planului național de redresare și reziliență*, se evaluează conformitatea investițiilor publice cu cerințele Taxonomiei UE, cu obiectivele tranziției ecologice, precum și respectarea criteriilor DNSH („Do No Significant Harm") stipulate de regulamentele delegate ale Taxonomiei Uniunii Europene.

Integrarea reglementărilor europene privind durabilitatea în auditul public extern cunoaște un avans remarcabil în Germania, unde Curtea de Conturi Federală (Bundesrechnungshof), în calitate de instituție supremă de audit, urmărește integrarea cadrului normativ european în domeniul durabilității atât în practica propriu-zisă de audit extern, cât și în metodologia evaluărilor de politici publice cu impact asupra mediului și sustenabilității. Auditul public extern vizează, pe de o parte, implementarea acestor norme la nivel guvernamental și, pe de altă parte, conformitatea entităților publice cu cerințele de raportare și transparență.

Încă din 2021, instituția supremă de audit germană a publicat un raport către Comisia pentru Buget a Bundestagului („Bericht an den Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages, 2021"), privind implementarea Taxonomiei UE și impactul acesteia asupra măsurilor de finanțare durabilă din Germania. Curtea de Conturi Federală evaluează corelația dintre rapoartele de durabilitate elaborate în baza ESRS/CSRD și rapoartele bugetare naționale, semnalând riscurile de neconformitate și propunând ajustări procesuale și legislative, acolo unde este cazul. De asemenea, printre inițiativele sale cele mai relevante, instituția emite recomandări detaliate pentru alinierea metodologică și operațională la cerințele europene, consolidând capacitatea structurilor publice de a integra criteriile de durabilitate în gestionarea și raportarea fondurilor publice.

Franța reprezintă un exemplu edificator de stat membru aflat într-un stadiu avansat de integrare a cadrului european de reglementări privind durabilitatea în auditul public extern, constituind un reper metodologic la nivelul Uniunii Europene. Astfel, Curtea de Conturi a Franței utilizează în mod direct Taxonomia UE ca „gramatică comună" pentru clasificarea activităților economice și a finanțelor verzi atât la nivel guvernamental, cât și pentru fluxurile bugetare publice. Rapoartele oficiale ale Curții de Conturi evidențiază faptul că, deși taxonomia și normele ESRS/CSRD vizează preponderent sectorul privat, metodologia este recomandată și pentru instituțiile publice de o anumită dimensiune. Curtea recomandă ca, începând cu 2025, toate entitățile publice relevante să aplice cotarea cheltuielilor conform criteriilor „budget vert" (bazate pe Taxonomia UE) și să adopte sisteme de raportare compatibile cu cerințele CSRD și ESRS.

În Polonia, Curtea de Conturi integrează reglementările europene, inclusiv Taxonomia UE, CSRD și ESRS, în metodologie, practică și tematica auditului public extern, cu accent pe conformitate, transparență, eficiență și evaluarea impactului durabilității asupra resurselor publice și politicilor guvernamentale. Auditarea conform acestor reglementări este deja parte a programului de activitate al acestei instituții și a rapoartelor publice recente.

Curtea de Conturi a Ungariei își adaptează metodologia de audit public extern la noile cerințe europene. Astfel, rapoartele oficiale, metodologia de audit, tematicile abordate și sintezele publicate după 2024 includ explicit referințe la Taxonomia UE, CSRD și ESRS. Rolul său este centrat pe verificarea conformității, evaluarea transparenței și a dublei materialități și pe formularea de recomandări pentru îmbunătățiri structurale în raportarea de durabilitate la nivel public și privat.

Integrarea reglementărilor europene de durabilitate în auditul public extern la Curtea de Conturi a României se află în faza de pregătire procedurală, demersurile în curs având ca obiectiv revizuirea metodologiilor de audit pentru alinierea cu cerințele reglementărilor europene în materie de durabilitate.

Coroborarea propunerilor dezvoltate în cadrul cercetării cu exemplele de bune practici existente în domeniu contribuie la consolidarea validității metodologice a demersului și confirmă relevanța sa științifică în contextul extinderii funcției auditului public extern către dimensiuni legate de durabilitate și reziliență

6. Limitele și perspectivele cercetării

Autorii sunt conștienți de limitele inerente acestei lucrări, în principal datorate complexității și gradului ridicat de tehnicitate al temei abordate. Amploarea câmpului de cercetare a impus anumite compromisuri privind profunzimea analizei unor dimensiuni, în ciuda importanței lor științifice și practice evidente.

Volumul și diversitatea surselor de documentare din domeniul dezvoltării durabile, precum și din segmente conexe, cum ar fi politicile climatice, cele de mediu și sociale, sunt semnificative. Încadrarea și interpretarea acestor surse prin prisma triadei PRD (performanță-reziliență-durabilitate) s-au dovedit a fi un demers metodologic inedit și provocator. Rezultatele cercetării noastre au fost numai parțial validate. În schimb, această cercetare a adus contribuții conceptuale și substanțiale de interes major pentru teoria și practica națională, oferind totodată un cadru relevant pentru formularea unor noi întrebări de cercetare. Ea deschide direcții relevante pentru cercetări viitoare, inclusiv pentru tinerii cercetători interesați de domeniu:

- Cum poate fi asigurată echitatea normativă și procedurală între sectorul public și cel privat în materie de reziliență și durabilitate?
- În ce măsură standardele INTOSAI, cu recunoaștere internațională, pot integra inovațiile promovate de Uniunea Europeană – lider global în materie de reglementare a durabilității?
- Este oportună și fezabilă publicarea de către stat sau instituțiile publice a unui raport de durabilitate auditabil, echivalent al declarației de durabilitate din sectorul privat?
- Cum poate fi garantată coerența guvernanței naționale în domeniul durabilității?

Răspunsurile la aceste întrebări presupun un efort colectiv de reflecție și acțiune, care implică mobilizarea coordonată a actorilor instituționali și non-instituționali: profesioniști din domeniu, cercetători, factori de decizie, societate civilă și alte părți interesate afectate sau capabile să influențeze tranziția către o guvernanță publică durabilă.

Anexe

Anexa 1: Rezultatele analizei lexicale a unor documente INTOSAI

Reglementări de audit pentru SAI-uri	Anul revizuirii	Frecvența conceptului		
		P	R	D
INTOSAI P 12 *Valoarea și beneficiile instituțiilor supreme de audit de a face diferența în viața cetățenilor*	2019	6	0	0
INTOSAI P 20 *Principii de transparență și responsabilitate*	2019	5	0	0
ISSAI 3000 *Standardul auditului performanței*	2019	101	0	0
ISSAI 4000 *Standardul auditului de conformitate*	2019	1	0	0
GHID 3910 *Concepte centrale pentru auditul performanței*	2019	125	0	0
GHID 3920 *Procesul auditării performanței*	2019	134	0	0
GHID 4900 *Reglementări relevante aplicabile și criteriile de luat în considerare în examinarea aspectelor de regularitate/corectitudine în auditul de conformitate*	2020	0	0	1
GHID 5090 *Auditul instituțiilor internaționale*	2019	11	0	0
GHID 5100 *Auditul sistemelor informatice*	2019	18	0	0
GHID 5200 *Activități cu o perspectivă asupra mediului*	2019	74	0	23
GHID 5201 *Auditul de mediu în contextul AF și AC*	2019	25	0	26
GHID 5202 *Dezvoltarea durabilă: Rolul SAI-urilor*	2019	39	0	273
GHID 5203 *Cooperarea în auditurile acordurilor internaționale privind mediul*	2019	4	0	9
GHID 5250 *Îndrumări privind auditul datoriei publice*	2020	42	0	41
GHID 5330 *Îndrumări privind auditul managementului dezastrelor*	2020	12	14	9
GHID 9020 *Evaluarea politicilor publice*	2016	30	0	0
GHID 9040 *Bune practici privind transparența SAI-urilor*	2019	22	0	1

Sursa: Prelucrare autori

Anexa 2 : Rezultatele analizei lexicale a unor documente privind politici și reglementări naționale

Reglementări naționale	Anul revizuirii	Frecvența conceptului		
		P	R	D
SNDDR adoptată prin HG nr. 877 din 9 noiembrie 2018	2018	11	15	6
Planul Național de Acțiune pentru implementarea SNDDR	2022	2	3	120
Planul național de acțiune pentru implementarea Strategiei naționale privind adaptarea la schimbările climatice pentru perioada 2023-2030	2023	4	12	20
HG nr. 1010 din 14 august 2024 pentru aprobarea Strategiei naționale privind adaptarea la schimbările climatice pentru perioada 2024-2030, cu perspectiva anului 2050	2024	20	226	161
HG nr. 1215 din 29 noiembrie 2023 privind aprobarea Strategiei pe termen lung a României pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră - România Neutră în 2050	2023	0	38	91
HG nr. 1172 din 21 septembrie 2022 pentru aprobarea Strategiei naționale privind economia circulară	2022	27	5	428
OUG nr. 108 din 30 iunie 2022 privind decarbonizarea sectorului energetic	2022	0	5	0
HG nr. 1575 din 28 decembrie 2022 privind aprobarea Strategiei naționale de dezvoltare urbană integrată pentru orașe reziliente, verzi, incluzive și competitive 2022-2035 - Politica urbană a României	2022	18	54	27
HG nr. 1034 din 27 noiembrie 2020 - aprobarea Strategiei naționale de renovare pe termen lung pentru sprijinirea renovării parcului național de clădiri rezidențiale și nerezidențiale, atât publice, cât și private, și transformarea sa treptată într-un parc imobiliar cu un nivel ridicat de eficiență energetică și decarbonat până în 2050	2020	113	5	3
HG nr. 1076 din 4 octombrie pentru aprobarea Planului național integrat în domeniul energiei și schimbărilor climatice 2021-2030	2021	89	34	136
Planului național integrat în domeniul energiei și schimbărilor climatice 2025-2030 – actualizat în octombrie 2024[1]	2024	14	7	136
NORME METODOLOGICE din 28 august 2024 de punere în aplicare a prevederilor Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 75/2024 privind reglementarea etichetării cheltuielilor bugetare și cheltuielilor fiscale pentru bugetarea verde	2024	0	1	11
REGULAMENT din 28 august 2024 privind organizarea, funcționarea și atribuțiile Comitetului interministerial pentru etichetarea cheltuielilor bugetare și cheltuielilor fiscale	2024	0	0	2

Sursa: prelucrarea autorilor

Anexa 3: Rezultatele analizei lexicale a unor rapoarte de audit al performanței

Rapoarte de audit al performanței	Anul	Frecvența conceptului		
		P	R	D
Politici publice în domeniul serviciului public de apă și canalizare. Echitate vs. disparitate privind accesul populației la aceste servicii	2024	20	5	9
Energia din surse regenerabile și contribuția la asigurarea independenței energetice	2023	3	5	1
Evaluarea eficienței și eficacității programelor, acțiunilor și măsurilor întreprinse pentru prevenirea riscului de inundații, răspunsul și refacerea după efectele produse de acestea pe teritoriul României în perioada 2014 - 2021	2023	18	1	0
Performanța privind implementarea strategiilor și politicilor în domeniul investițiilor și producției de gaze naturale	2023	74	0	0

[1] În dezbatere publică pe site-ul www.gov.ro

Rapoarte de audit al performanței	Anul	Frecvența conceptului		
		P	R	D
Prevenirea și combaterea efectelor schimbărilor climatice în agricultura românească	2023	24	6	4
Evaluarea eficienței și eficacității programelor, acțiunilor și măsurilor întreprinse pentru prevenirea riscului de inundații, răspunsul și refacerea după efectele produse de acestea pe teritoriul României în perioada 2014-2021	2023	15	0	0

Sursa: prelucrarea autorilor

Anexa 4: Clasificarea pericolelor legate de climă

	Riscuri legate de temperatură	Riscuri legate de vânt	Riscuri legate de ape	Riscuri legate de masa solidă
Cronice	Schimbarea temperaturii (aer, apă dulce, apă de mare)	Schimbarea regimului vântului	Schimbarea regimului precipitațiilor și a tipurilor de precipitații (ploaie, grindină, zăpadă/gheață)	Eroziunea costieră
	Stresul termic		Precipitații sau variabilitate hidrologică	Degradarea solului
	Variabilitatea temperaturii		Acidificarea oceanelor	Eroziunea solului
	Topirea permafrostului		Intruziunea salină	Solifluxiune
			Creșterea nivelului mării	
			Stresul hidric	
Acute	Val de căldură	Ciclon, uragan, taifun	Secetă	Avalanșă
	Val de frig/îngheț	Furtună (inclusiv viscole și furtuni de praf și de nisip)	Precipitații abundente (ploaie, grindină, zăpadă/gheață)	Alunecare de teren
	Incendiu forestier	Tornadă	Inundație (costieră, fluvială, pluvială, subterană)	Subsidență
			Golirea bruscă a lacurilor glaciare	

Sursa: TCFD - Task Force on Climate-related Financial Disclosures

Bibliografie

Articole și cărți

1. Arctic Council. (2013). *Glosar de termeni*. În *Arctic Resilience Interim Report 2013*, Stockholm Environment Institute și Stockholm Resilience Centre, Stockholm, Suedia, p. viii.
2. Comisia Europeană. (2021). *Finanțarea tranziției către o economie durabilă*, COM (2021) 390 final, p. 1.
3. Duchek, S. (2020). Organizational resilience: A capability-based conceptualization. *Business Research, 13*(1), 215–246. https://doi.org/10.1007/s40685-019-0085-7
4. Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Pitman.
5. Grupul Băncii Mondiale. (2021). *Sistemul de evaluare a rezilienței: o metodologie pentru construirea și urmărirea rezilienței la schimbările climatice*. Banca Mondială, p. 7. http://hdl.handle.net/10986/35039
6. IPCC. (2019). *Raport special privind impactul încălzirii globale cu 1,5 °C peste nivelurile preindustriale și traiectoriile globale asociate emisiilor de gaze cu efect de seră*, p. 88.
7. Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics, 3*(4), 305–360.

8. Lavalette, G., & Niculescu, M. (1999). *Les stratégies de croissance*. Economica, Paris.
9. Lengnick-Hall, C. A., Beck, T. E., & Lengnick-Hall, M. L. (2011). Developing a capacity for organizational resilience through strategic human resource management. *Human Resource Management Review, 21*(3), 243–255.
10. Manes-Rossi, F., Cohen, S., Caperchione, E., & Brusca, I. (2020). Sustainability, popular and integrated reporting in the public sector: A fad and fashion perspective. *Sustainability, 12*(2), 1–19. https://doi.org/10.3390/su12020603
11. Niculescu, M. (2024, octombrie). *Le nouveau cadre européen en matière de développement durable, l'intérêt pour les entreprises de l'espace francophone*. Conferință OIF – Agence Roumaine pour l'Investissement et le Commerce Extérieur.
12. Niculescu, M., & Burlaud, A. (2023). From non-financial disclosure to sustainability reporting: New challenge for financial analysts and auditors. *Audit Financiar, 21*(4), 685–714.
13. Niculescu, M., & Burlaud, A. (2025). *Durabilité et RSE. Analyse et audit de durabilité*. Foucher, Paris.
14. Niculescu, M., & Burlaud, A. (2023). La déclaration de durabilité : recherche d'un nouveau rapport entre les règles de droit et la réalité sociale. *Revue Interdisciplinaire Droit et Organisations, 6*, 13–46. https://www.revue-rido.com/wp-content/uploads/RIDO-6-Revue-Interdisciplinaire-Droit-et-Organisations-2023-BP.pdf
15. Niculescu, M., Burlaud, A., & Predescu, L. (2024). Expectation Gap: The story of the auditor's necessary and impossible mission. *Audit Financiar, 22*(4), 695–723. https://doi.org/10.20869/AUDITF/2024/176/023
16. Niculescu, M., & Voicu, C. (2024, octombrie). Le passage du soft law au hard law en matière de durabilité. L'impact du nouveau rapport entre les règles de droit et la réalité sociale sur la théorie et la pratique du management. *The 5th International Conference GIKS 2024 – Global Interferences of Knowledge Society*, Universitatea Valahia din Târgoviște.
17. Niculescu, M., Galabov, A . (2021). Epistemologia cercetării în științele organizațiilor, *Ed. Pro Universitaria*
18. Raworth, K. (2017). Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist. *Chelsea Green Publishing*. ISBN: 9781603586740
19. Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... & Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature, 461*(7263), 472–475. https://doi.org/10.1038/461472a
20. Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal, 28*(13), 1319–1350.
21. van Maaren, I. (2022). Un model de referință pentru auditarea rezilienței organizaționale. *Maandblad voor Accountancy en Bedrijfseconomie, 96*(7/8), 201–211. https://doi.org/10.5117/mab.96.89573
22. Veltri, S., De Luca, F., & Silvestri, A. (2022). A decade of integrated reporting studies: State of the art and future research implications. *Accounting, Auditing & Accountability Journal, 36*(2), 479–503. https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2021-5490
23. Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2007). Managing the Unexpected: Resilient Performance in an Age of Uncertainty. *Wiley.*
24. Weick, K., & Sutcliffe, M. (2015). Gestionarea neașteptatului: performanță susținută într-o lume complexă. *John Wiley & Sons*. https://doi.org/10.1002/9781119175834

Legislație

1. Regulamentul (UE) 2020/852 al Parlamentului European și al Consiliului din 18 iunie 2020 privind stabilirea unui cadru pentru investiții durabile și de modificare a Regulamentului (UE) 2019/2088/ (Regulamentul privind taxonomia);
2. Regulamentul delegat (UE) 2021/2139 al Comisiei din 4 iunie 2021 de completare a Regulamentului (UE) 2020/852 al Parlamentului European și al Consiliului cu criteriile de revizuire tehnică pentru a stabili în ce condiții se poate considera că o activitate economică contribuie în mod substanțial la atenuarea schimbărilor climatice sau la adaptarea la acestea și dacă activitatea economică respectivă nu aduce prejudicii semnificative niciunuia dintre celelalte obiective de mediu (Regulamentul delegat privind clima);
3. Regulamentul (UE) 2019/2088 al Parlamentului și al Consiliului din 27 noiembrie 2019 privind informațiile referitoare la durabilitate în sectorul serviciilor financiare / SFDR (Sustainable Finance Disclosure Regulation);
4. Directiva (UE) 2022/2464 a Parlamentului European și a Consiliului din 14 decembrie 2022 de modificare a Regulamentului (UE) nr. 537/2014 și a Directivelor 2004/109/CE, 2006/43/CE și 2013/34/UE în ceea ce privește publicarea de către întreprinderi a informațiilor privind durabilitatea / CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive);

5. Directiva (UE) 2024/1760 a Parlamentului European și a Consiliului din 13 iunie 2024 privind diligența necesară în materie de durabilitate a întreprinderilor și de modificare a Directivei (UE) 2019/1937 și a Regulamentului (UE) 2023/2859/CS3D.
6. Regulamentul delegat (UE) 2023/2772 AL COMISIEI din 31 iulie 2023 de completare a Directivei 2013/34/UE a Parlamentului European și a Consiliului în ceea ce privește standardele de raportare privind durabilitate;
7. Regulamentul (UE) 2019/2089 al Parlamentului European și al Consiliului din 27 noiembrie 2019 de modificare a Regulamentului (UE) 2016/1011 în ceea ce privește indicatorii de referință ai Uniunii privind tranziția climatică, indicatorii de referință ai Uniunii privind Acordul de la Paris și publicarea informațiilor privind durabilitatea pentru indicatorii de referință;
8. Regulamentul (UE) 2023/2631 al Parlamentului European și al Consiliului din 22 noiembrie 2023 privind obligațiunile verzi europene și publicarea opțională de informații pentru obligațiunile comercializate ca obligațiuni sustenabile din punct de vedere al mediului și pentru obligațiunile sustenabile;
9. Regulamentul (UE) 2021/241 al Parlamentului European și al Consiliului din 12 februarie 2021 de instituire a Mecanismului de redresare și reziliență;
10. Hotărâre nr. 1.074 din 28 august 2024 pentru aprobarea Normelor metodologice de punere în aplicare a prevederilor Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 75/2024 privind reglementarea etichetării cheltuielilor bugetare și cheltuielilor fiscale pentru bugetarea verde, precum și a Regulamentului privind organizarea, funcționarea și atribuțiile Comitetului interministerial pentru etichetarea cheltuielilor bugetare și cheltuielilor fiscale;
11. Ordonanță de urgență nr. 75 din 21 iunie 2024 privind reglementarea etichetării cheltuielilor bugetare și cheltuielilor fiscale pentru bugetarea verde

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *56-72*
ISSN on-line: 1844-8801

Lucrare prezentată la cel de-al IX-lea Congres al profesiei de auditor financiar din România

Inteligența artificială în auditul financiar: între eficiență procedurală și raționament profesional

Conf. univ. dr. Svetlana MIHAILA,
Academia de Studii Economice din Moldova,
e-mail: svetlana.mihaila@ase.md

Conf. univ. dr. Galina BĂDICU,
Academia de Studii Economice din Moldova,
e-mail: badicu.galina@ase.md

Rezumat

Transformarea auditului financiar prin digitalizare, Big Data și inteligență artificială constituie una dintre cele mai importante provocări și oportunități pentru profesia contabilă contemporană. Cercetarea are ca obiectiv investigarea modului în care auditorii și alți profesioniști din domeniul auditului și contabilității din Republica Moldova percep adoptarea acestor tehnologii, cu accent pe nivelul de competențe digitale, beneficiile anticipate și barierele asociate implementării. Pe baza unei analize sistematice a literaturii internaționale de specialitate, au fost formulate cinci ipoteze de cercetare referitoare la relația dintre pregătirea digitală, familiaritatea cu instrumentele de inteligență artificială, percepția parteneriatului om-tehnologie, barierele etice și experiența în utilizarea soluțiilor IA. Ipotezele au fost testate printr-un chestionar aplicat unui eșantion de 63 de respondenți, incluzând atât auditori activi înregistrați în cadrul entităților de audit, cât și alți profesioniști din domeniul auditului (auditori publici, auditori interni, stagiari în audit, experți contabili). Analiza datelor a relevat corelații între variabilele teoretic deduse și percepțiile exprimate, conducând la confirmarea integrală a patru ipoteze și la validarea parțială a uneia. Rezultatele au evidențiat că, deși există o asociere clară între competențele digitale și deschiderea față de utilizarea IA, persistă rezerve legate de familiaritate și încrederea deplină în valoarea sa adăugată.

Vă rugăm să citaţi acest articol astfel:
Mihaila, S., Bădicu, G. (2026), Artificial Intelligence in Financial Auditing: between Procedural Efficiency and Professional Reasoning, Resilience, and Sustainability, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.169-185,
DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/004

Link permanent pentru acest document:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/004
Data primirii articolului: 20.08.2025
Data revizuirii: 1.09.2025
Data acceptării: 9.01.2026

Concluziile subliniază că inteligența artificială trebuie percepută ca instrument complementar și nu substitutiv al raționamentului profesional, sporind astfel încrederea în calitatea auditului. Totodată, cercetarea relevă faptul că riscurile etice, lipsa transparenței algoritmice și absența unui cadru normativ consolidat reprezintă bariere majore. În acest context, articolul propune un set de recomandări axate pe instruirea continuă, consolidarea reglementărilor, sprijinul tehnic și implementarea graduală, în vederea unei digitalizări sustenabile a auditului financiar. În ansamblu, studiul oferă o viziune integrată asupra modului în care IA poate transforma auditul, confirmând atât oportunitățile, cât și condiționalitățile pentru o adoptare eficientă și responsabilă.

Cuvinte cheie: *audit financiar; inteligență artificială; raționament profesional; eficiență procedurală; Republica Moldova; recomandări aplicative;*

Clasificare JEL: *M42, M41, O33, C8*

1. Introducere

Un cadru de referință valoros este oferit de Abdullah și Almaqtari (2024), care analizează impactul inteligenței artificiale și al Industriei 4.0 asupra transformării practicilor de audit. Autorii evidențiază atât beneficiile tehnologice (precizie, rapiditate, transparență), cât și provocările asociate (etică, securitate, competențe digitale), aspecte care se intersectează direct cu tema cercetării de față, axată pe echilibrul dintre eficiența procedurală și raționamentul profesional în auditul financiar. Deci, progresele tehnologice au transformat auditul, aducând eficiență, precizie și profunzime procedurală (Abu Huson et al., 2024).

Integrarea IA nu înseamnă însă înlocuirea auditorului, ci transformarea profundă a modului în care acesta își exercită raționamentul profesional. Conform Standardelor Internaționale de Audit (ISA), responsabilitatea evaluării materialității, selecției probelor și formulării opiniei finale rămâne eminamente umană. În acest context, IA devine un partener tehnologic ce sporește eficiența procedurală și capacitatea analitică, dar care își atinge potențialul maxim doar prin conjugarea cu discernământul, experiența și etica profesională a auditorului.

Astfel, Deliu (2024) evidențiază că IA poate crește acuratețea și viteza proceselor, dar nu poate înlocui scepticismul profesional și gândirea critică. În aceeași direcție, Cosăcescu (2023) vede relația dintre expertul contabil și IA ca pe un parteneriat strategic, în timp ce Lungu și Bunget (2025) subliniază necesitatea unei integrări echilibrate, aliniate etic și normativ. Complementar, Hurducaci și Ionescu (2024) arată că soluțiile de analiză în timp real și detecție automată a anomaliilor aduc valoare adăugată auditului doar dacă sunt aplicate sub un control profesional riguros.

Pentru a fundamenta analiza atât din perspectivă teoretică, cât și aplicativă, cercetarea de față combină două demersuri complementare. Primul constă într-o analiză bibliometrică a literaturii recente privind utilizarea IA în audit, cu scopul de a identifica tendințele dominante, lacunele de cercetare și convergențele metodologice. Al doilea demers este unul empiric și se bazează pe un chestionar aplicat în rândul auditorilor din Republica Moldova privind percepția asupra utilizării IA în activitatea de audit. Studiul, desfășurat online pe parcursul a două luni, a fost realizat prin Google Forms și a inclus 63 de respondenți provenind dintr-o diversitate de funcții profesionale: de la auditori certificați (50,8%) și experți contabili (14,3%), până la reprezentanți ai Curții de Conturi - auditori publici (14,3%), stagiari în audit (12,7%) și auditori interni (6,3%).

Această dublă abordare permite nu doar corelarea rezultatelor internaționale cu realitățile naționale, ci și formularea unor recomandări adaptate contextului legislativ, tehnologic și cultural din Republica Moldova. Studiul aduce astfel o contribuție relevantă la înțelegerea echilibrului dintre eficiența procedurală asigurată de IA și raționamentul profesional indispensabil profesiei de auditor, oferind repere concrete pentru integrarea sustenabilă a tehnologiilor inteligente în practicile de audit financiar.

În acest context, *scopul cercetării* constă în investigarea percepțiilor auditorilor și ale altor profesioniști contabili din Republica Moldova privind integrarea inteligenței artificiale în auditul financiar, cu accent pe competențele digitale, beneficiile anticipate și barierele de implementare. În vederea atingerii acestui scop, cercetarea urmărește patru obiective principale: (i) identificarea nivelului de competențe digitale și a gradului de utilizare a instrumentelor IA în audit, (ii) determinarea relației dintre familiaritatea cu tehnologiile digitale și percepția privind impactul acestora asupra eficienței și calității procesului de audit, (iii) analiza percepțiilor privind barierele etice, tehnice și instituționale care condiționează integrarea IA în audit și (iv) validarea ipotezelor formulate pe baza literaturii de specialitate printr-un studiu empiric realizat pe un eșantion de profesioniști din Republica Moldova.

Prezentul studiu este structurat pe cinci secțiuni, care includ introducerea și concluziile. În secțiunea a doua este realizată o trecere în revistă a literaturii care urmărește problematica analizată, secțiunea a treia este destinată metodologiei de cercetare utilizată în studiu, iar în secțiunea a patra sunt prezentate și discutate rezultatele cercetării.

2. Trecerea în revistă a literaturii de specialitate și formularea ipotezelor de cercetare

În literatura de specialitate, tranziția auditului financiar către un mediu dominat de Big Data și analiză avansată este descrisă ca o transformare inevitabilă, cu implicații semnificative asupra procedurilor de audit (Fedyk, 2022) și raționamentului profesional. În acest context, Appelbaum, Kogan și Vasarhelyi (2017) conturează șase direcții majore de cercetare pentru adaptarea auditului modern: utilizarea modelelor predictive și prescriptive, integrarea dovezilor generate din date masive, testarea completă a tranzacțiilor, dezvoltarea competențelor digitale ale auditorilor, reconfigurarea structurii rapoartelor de audit și evaluarea cost-beneficiu a tehnologiilor emergente. Aceste repere evidențiază necesitatea de a dezvolta competențe analitice avansate și de a adapta cadrul normativ, precum și de a promova o cultură organizațională inovatoare (Taherizadeh & Beaudry, 2023), astfel încât potențialul tehnologiilor inovatoare să fie valorificat fără a afecta calitatea judecății profesionale.

Analiza bibliometrică realizată de Agustí & Orta-Pérez (2023) identifică câteva fronturi emergente în cercetarea privind Big Data și IA în audit și contabilitate: colaborarea interdisciplinară, detectarea fraudelor, optimizarea procedurilor prin creșterea eficienței, preocupările legate de impactul socio-profesional și necesitatea regândirii formării și reglementării. Aceste direcții oferă un cadru conceptual relevant pentru analiza comparativă între tendințele globale și percepțiile auditorilor din Republica Moldova, reflectate în chestionarul aplicat.

Analiza prezentă corelează aceste direcții cu rezultatele unei cercetări aplicate în Republica Moldova, unde percepția auditorilor asupra digitalizării, familiaritatea cu instrumentele de inteligență artificială și barierele de implementare sunt investigate prin intermediul unui chestionar. Această abordare permite raportarea realităților locale la tendințele internaționale și verificarea gradului de relevanță a celor șase direcții identificate de Appelbaum și colaboratorii săi.

În plan aplicativ, perspectivele asupra transformării auditului prin IA sunt susținute de studiul realizat de Hurducaci și Ionescu (2024), care subliniază caracterul de „punct de cotitură” al acestor tehnologii. Potrivit autorilor, integrarea inteligenței artificiale facilitează analiza în timp real, detectarea anomaliilor și elaborarea de predicții strategice, contribuind la creșterea atât a acurateței, cât și a eficienței procesului de audit. Totuși, aceștia atrag atenția asupra limitărilor tehnologice și a riscurilor etice, care impun o implementare responsabilă și sustenabilă.

Dintr-o perspectivă complementară, Cosăcescu (2023) explorează interacțiunea dintre expertul contabil și IA, descriind trei scenarii posibile: concurență, antagonism și parteneriat. Concluzia sa este că parteneriatul reprezintă singura cale sustenabilă de dezvoltare, în care tehnologia sprijină, fără a substitui, rolul profesionistului. În același timp, se menționează riscuri precum lipsa de transparență a algoritmilor, problemele etice, chestiunile legate de responsabilitate și securitate, precum și nevoia unui cadru legislativ și de guvernanță robust.

Într-o abordare mai conceptuală, Leocádio, Malheiro și Reis (2024) propun un cadru în care IA transformă auditul dintr-un proces retrospectiv într-unul proactiv, cu monitorizare în timp real și o capacitate îmbunătățită de gestionare a riscurilor și conformității. Această viziune se aliniază ideii centrale a cercetării de față, care explorează echilibrul dintre eficiența procedurală și raționamentul profesional.

O dimensiune esențială a dezbaterii o aduce și Deliu (2024), care arată că, deși IA poate amplifica eficiența și precizia activităților de audit, aceasta nu poate reproduce gândirea etică, intuiția și scepticismul auditorului. Lucrarea sa pledează pentru o integrare echilibrată, unde tehnologia completează, dar nu substituie, raționamentul profesional. Pe baza unei analize sistematice a literaturii, Deliu evidențiază potențialul IA în îmbunătățirea capacității de detecție a anomaliilor, reafirmă imposibilitatea replicării dimensiunii etice și emoționale a judecății umane și subliniază necesitatea menținerii supravegherii critice de către auditor.

În completare, cercetarea lui Farcane și Deliu (2020) se concentrează pe impactul tehnologiei Blockchain asupra auditului financiar, reliefând atât beneficiile auditării continue și automatizate, cât și provocările semnificative pe care aceasta le implică. Ei argumentează că, în loc să înlocuiască raționamentul profesional, Blockchain-ul îl poate susține, oferind un cadru transparent și sigur, cu condiția ca auditorii să fie pregătiți să își recalibreze rolul (Abdullah, & Almaqtari, 2024).

Această temă a adaptabilității profesiei este reluată și în studiul lui Lungu și Bunget (2025), care investighează modul în care digitalizarea și automatizarea modelează fundamental practicile de audit. Autorii pun în balanță beneficiile: eficiență, precizie și automatizare, cu provocările etice, metodologice și de standardizare, concluzionând că relevanța profesiei depinde de capacitatea auditorilor de a integra tehnologiile emergente într-o manieră strategică și etică.

În ceea ce privește automatizarea proceselor, Lacurezeanu, Tiron-Tudor și Bresfelean (2020) analizează utilizarea RPA (Robotic Process Automation) în audit și contabilitate, arătând cum aceasta poate optimiza sarcinile repetitive și bazate pe reguli. Implementarea unor soluții precum UiPath poate contribui la creșterea eficienței și reducerea costurilor, consolidând totodată încrederea în profesia contabilă.

Un alt aspect cheie, legat de competențele digitale, este discutat de Tofan și Airinei (2024), care evidențiază importanța pregătirii profesionale pentru utilizarea eficientă a RPA și IA în colectarea și interpretarea probelor de audit. Ei susțin că beneficiile acestor tehnologii pot fi pe deplin valorificate doar dacă auditorii își dezvoltă continuu abilitățile digitale.

Rodgers, Al-Shaikh & Khalil (2023) inovează metodele de cercetare calitativă în audit, utilizând think-aloud protocols (TaP) integrate cu IA pentru Protocol Analysis. Aplicată în studiul implementării IFRS în Irak, combinația metodologică relevă provocări legate de legalitate, cunoaștere și structură profesională și arată cum IA poate crește transparența, calitatea și designul proceselor cognitive.

Tabelul nr. 1. Ipotezele de cercetare formulate pe baza literaturii de specialitate

Ipoteză	Formularea ipotezei	Fundamentare teoretică (autor, an)	Variabile asociate în cercetare*
H1	Există o corelație pozitivă între nivelul de competențe digitale ale auditorilor și gradul de utilizare a tehnologiilor de inteligență artificială în procesul de audit.	Appelbaum et al. (2017); Tofan & Airinei (2024)	Competențe digitale, Grad utilizare IA
H2	Percepția pozitivă asupra inteligenței artificiale crește odată cu nivelul de familiaritate cu instrumentele digitale de audit.	Hurducaci & Ionescu (2024); Cosăcescu (2023)	Familiaritate IA, Percepție pozitivă IA
H3	Auditorii care percep IA ca instrument de sprijin, nu de substituire, raportează un nivel mai ridicat de încredere în calitatea procesului de audit digitalizat.	Cosăcescu (2023); Deliu (2024)	Tip percepție IA, Încredere în audit digitalizat
H4	Barierele etice și lipsa transparenței algoritmilor sunt percepute ca obstacole majore în adoptarea IA în audit.	Seethamraju & Hecimovic (2023); Cosăcescu (2023)	Bariere etice, Lipsa transparenței algoritmilor
H5	Auditorii cu experiență mai mare în utilizarea RPA și IA percep un impact pozitiv mai accentuat asupra eficienței și acurateței procesului de audit.	Lacurezeanu et al. (2020); Hurducaci & Ionescu (2024)	Experiență RPA/IA, Impact perceput asupra eficienței și acurateței

**Variabilele asociate în cercetare sunt extrase din întrebările relevante din chestionarul aplicat.*

Sursa: elaborat de autori

În final, perspectiva oferită de Seethamraju și Hecimovic (2023) aduce o dimensiune explicativă suplimentară prin aplicarea cadrului TOE, identificând factori tehnologici, organizaționali și externi care influențează adoptarea IA în audit. Ei avertizează asupra provocărilor legate de „black-box algorithms” și subliniază că integrarea sustenabilă a tehnologiei presupune nu doar adaptarea sistemelor, ci și consolidarea supravegherii profesionale.

Pe baza sintezei literaturii de specialitate și a cadrului conceptual conturat, au fost identificate principalele direcții de investigare care susțin dezvoltarea ipotezelor de cercetare. Acestea reflectă relațiile presupuse între variabilele analizate și sunt fundamentate pe contribuțiile teoretice și empirice prezentate anterior. În vederea unei prezentări unitare și ușor de urmărit, ipotezele formulate sunt sintetizate în **Tabelul nr. 1**.

Ipotezele prezentate în tabel constituie fundamentul testării empirice a relațiilor identificate în cadrul analizei teoretice. Fiecare ipoteză este operaționalizată prin variabile măsurate cu ajutorul întrebărilor incluse în chestionarul aplicat, ceea ce permite verificarea statistică a acestora. Rezultatele testării vor evidenția măsura în care tendințele și mecanismele identificate în literatura internațională se regăsesc în percepțiile și practicile auditorilor din Republica Moldova.

3. Metodologia cercetării

Cercetarea are un caracter cantitativ descriptiv și explicativ, fiind orientată spre testarea ipotezelor formulate pe baza literaturii de specialitate privind adoptarea inteligenței artificiale (IA) și a tehnologiilor digitale în auditul financiar. Abordarea combină analiza teoretică a studiilor internaționale cu evaluarea empirică a percepțiilor și practicilor auditorilor din Republica Moldova.

Revizuirea literaturii a fost realizată sistematic, pe baza unor surse științifice internaționale și standarde profesionale din perioada 2017–2025, selectate conform unor criterii explicite de relevanță tematică, claritate metodologică și replicabilitate, și sintetizată în patru direcții majore: cadre de acceptare a tehnologiei, tehnologii utilizate în audit, impact asupra calității și raționamentului profesional, precum și riscuri, etică și transparență algoritmică, care au fundamentat formularea ipotezelor și construcția instrumentului de cercetare.

În plan metodologic, cercetarea urmărește trei direcții principale. *Prima* vizează identificarea nivelului de competențe digitale ale profesioniștilor din domeniul auditului, precum și gradul de utilizare a instrumentelor de inteligență artificială în activitatea de audit. *A doua* direcție constă în determinarea relației dintre familiaritatea respondenților cu instrumentele digitale și percepția acestora asupra impactului tehnologiilor emergente asupra calității și eficienței procesului de audit. *Cea de-a treia* direcție are în vedere analiza percepțiilor privind barierele etice și tehnice care pot influența ritmul și modalitatea de adoptare a inteligenței artificiale în practică.

Populația țintă este formată din auditorii certificați care activează în Republica Moldova. Eșantionul a fost alcătuit pe baza participării voluntare la chestionarul distribuit online, rezultând un număr total de 63 de respondenți. Eșantionul de 63 de respondenți include atât auditori activi înregistrați în cadrul entităților de audit, cât și alți profesioniști din domeniul auditului și contabilității (ex. auditori publici, auditori interni, stagiari în audit, experți contabili). Auditorii activi reprezintă o parte semnificativă a eșantionului, acoperind aproximativ 31,5% din totalul auditorilor activi înregistrați în Republica Moldova la 31 decembrie 2024, conform datelor din Registrul public al auditorilor (2024). Participarea a fost voluntară și anonimă. Datele au fost utilizate exclusiv în scop de cercetare, în conformitate cu principiile eticii academice și cu respectarea confidențialității respondenților. Totuși, caracterul voluntar al participării și includerea altor categorii profesionale determină tratarea rezultatelor ca reflectând tendințe generale în rândul profesioniștilor din domeniu, nu ca estimări strict reprezentative pentru o categorie unică.

Colectarea datelor s-a realizat printr-un chestionar structurat, elaborat pornind de la conceptele și variabilele identificate în literatura de specialitate și sintetizate în **Tabelul nr. 1**. Chestionarul a fost conceput să acopere cinci dimensiuni majore: profilul profesional și organizațional al respondenților, nivelul de digitalizare și utilizare a tehnologiilor, familiaritatea și percepția asupra IA, atitudini față de rolul și impactul IA, bariere și provocări în implementarea IA. Fiecare dimensiune este asociată cu variabile măsurate, exemple de itemi și surse conceptuale din literatura de specialitate, prezentate sintetic în **Tabelul nr. 2**.

Variabilele din chestionar au fost aliniate ipotezelor formulate, fiecare ipoteză fiind asociată cu unul sau mai mulți itemi de chestionar. Această corespondență permite verificarea și validarea relațiilor presupuse teoretic.

Tabelul nr. 2. Structura chestionarului privind utilizarea inteligenței artificiale în audit			
Dimensiunea chestionarului	**Variabile măsurate**	**Exemplu de item**	**Sursa conceptuală**
Profil profesional și organizațional	Funcție, tip entitate	Funcția ocupată în cadrul entității de audit	Studii privind profilul auditorilor și factori demografici în adoptarea tehnologiei
Nivel de digitalizare și utilizare a tehnologiilor	Grad de digitalizare, tipuri de instrumente folosite (RPA, IA)	Care este nivelul de digitalizare a proceselor în auditul în care activați?	Literatură despre digitalizarea auditului
Familiaritate și percepție asupra IA	Nivel de cunoștințe, percepția potențialului IA	Cât de familiarizat sunteți cu utilizarea IA în audit?	Cadre de adoptare a tehnologiilor emergente
Atitudini față de rolul și impactul IA	Percepție asupra rolului IA (sprijin/substituire), efect asupra calității și eficienței	Considerați că IA poate îmbunătăți calitatea procesului de audit?	Literatură despre raționament profesional și calitatea auditului
Bariere și provocări în implementarea IA	Bariere etice, lipsa transparenței, costuri, lipsa competențelor	Care considerați că sunt principalele bariere în adoptarea IA?	Studii despre riscuri și provocări tehnologice în audit

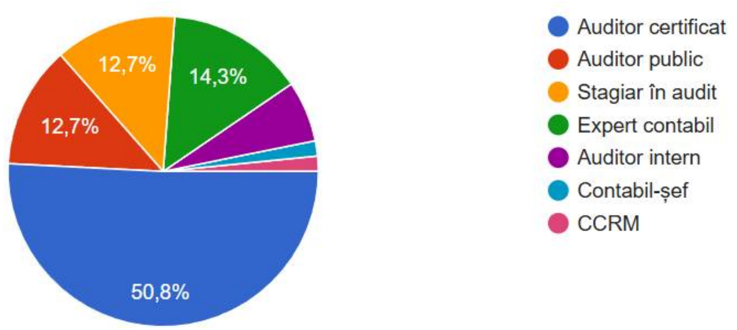
Sursa: elaborat de autori

Această structurare a permis asigurarea coerenței instrumentului de cercetare și facilitarea corelării răspunsurilor obținute cu conceptele teoretice consacrate, asigurând totodată relevanța practică a analizei pentru profesioniștii din domeniul auditului.

4. Rezultate și discuții

Această secțiune prezintă constatările obținute în urma analizei datelor colectate prin chestionar, organizate conform celor cinci dimensiuni investigate: profilul profesional și organizațional al respondenților, nivelul de digitalizare și utilizare a tehnologiilor, familiaritatea și percepția asupra inteligenței artificiale (IA), atitudinile față de rolul și impactul IA, precum și barierele și provocările în implementarea acesteia. Analiza include atât statistici descriptive, menite să caracterizeze eșantionul și tendințele generale, cât și teste statistice de asociere și comparație, utilizate pentru validarea ipotezelor formulate. Interpretarea rezultatelor este realizată în corelație cu literatura de specialitate, pentru a evidenția convergențele și diferențele față de studii anterioare.

Figura nr. 1. Structura respondenților după funcția profesională



Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Rezultatele arată că majoritatea respondenților sunt auditori certificați (50,8%), ceea ce conferă validitate profesională ridicată răspunsurilor, dat fiind că această categorie este direct implicată în auditul financiar conform standardelor internaționale. Urmează experții contabili

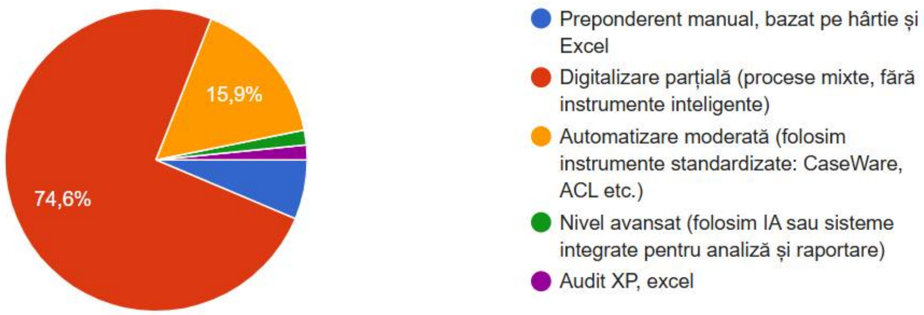
(14,3%), categoria care, deși nu desfășoară audit financiar în mod curent, posedă cunoștințe tehnice avansate în contabilitate și raportare. Auditorii publici (14,3%) și stagiarii în audit (12,7%) completează eșantionul cu perspective din sectorul public și din zona de formare profesională, aducând diversitate în experiența de lucru și în nivelul de expunere la tehnologiile emergente. Alte funcții, precum auditor intern, au o pondere cumulată redusă, dar relevantă pentru o imagine completă a percepțiilor asupra IA din diferite medii profesionale (**Figura nr. 1**).

În ceea ce privește tipul entității, peste două treimi dintre respondenți provin din firme private de audit, cu preponderență în firmele de audit mici (11-50 angajați) – 42,9%, urmate de firmele micro (1-10 angajați) – 25,4%. Această structură sugerează că adoptarea IA și digitalizarea proceselor de audit trebuie analizate în contextul particularităților IMM-urilor, unde resursele financiare și umane pentru tehnologii emergente sunt limitate. Firmele mijlocii și entitățile publice au o pondere egală (12,7% fiecare), în timp ce firmele mari (>250 angajați) și departamentele de audit intern din companii mari au o reprezentare marginală (**Figura nr. 2**).

Figura nr. 2. Structura respondenților după tipul și dimensiunea organizației în care activează

Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Figura nr. 3. Distribuția respondenților în funcție de nivelul de digitalizare și utilizare a instrumentelor tehnologice în audit



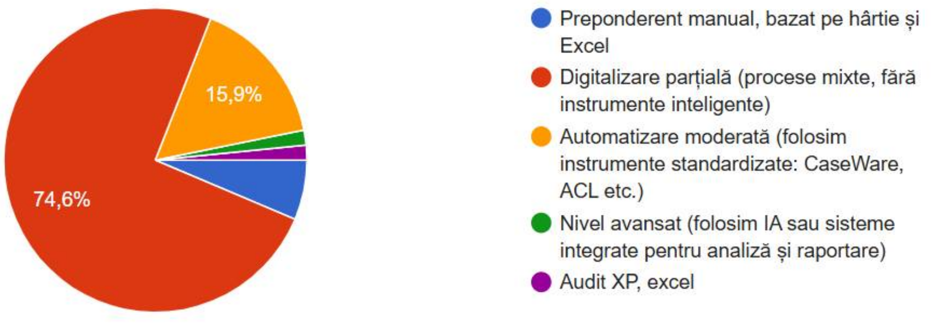
Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Prin urmare, structura eșantionului indică un echilibru între experiența în auditul financiar privat și perspectivele din sectorul public, însă predominanța firmelor mici și micro implică o relevanță crescută a discuțiilor privind barierele financiare, lipsa specializării tehnice și potențialele diferențe de ritm în adoptarea IA între tipurile de entități.

Această compoziție influențează direct modul în care sunt percepute oportunitățile și riscurile tehnologiilor digitale în audit.

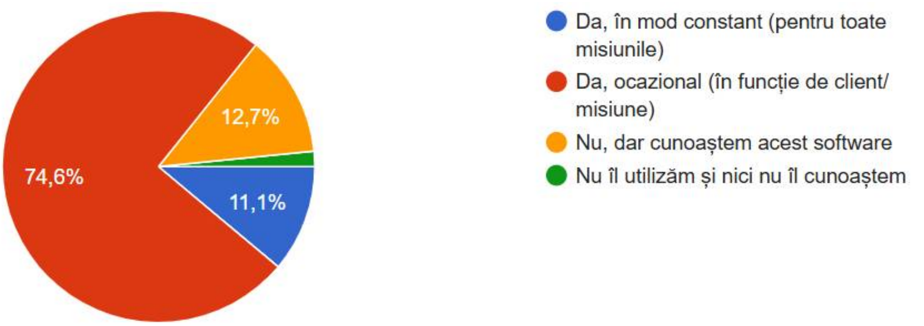
Analiza datelor colectate relevă faptul că digitalizarea procesului de audit în Republica Moldova se află, în prezent, la un stadiu incipient spre intermediar. Cea mai mare parte a respondenților (74,6%) declară că desfășoară activitățile de audit în cadrul unui model de digitalizare parțială, caracterizat prin procese mixte ce combină documente tipărite cu aplicații simple, fără utilizarea unor instrumente inteligente. Un segment mai restrâns (15,9%) a atins nivelul de automatizare moderată, prin integrarea unor soluții standardizate, precum CaseWare sau ACL. Procentul celor care operează la un nivel avansat, folosind inteligența artificială sau platforme integrate pentru analiză și raportare, este infim (<2%), în timp ce 6,3% dintre respondenți desfășoară auditul preponderent manual, aspect ce denotă un decalaj substanțial față de tendințele internaționale în domeniu (**Figura nr. 3**).

Figura nr. 3. Distribuția respondenților în funcție de nivelul de digitalizare și utilizare a instrumentelor tehnologice în audit



Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Figura nr. 4. Frecvența și modul de utilizare a aplicațiilor software dedicate auditului



Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

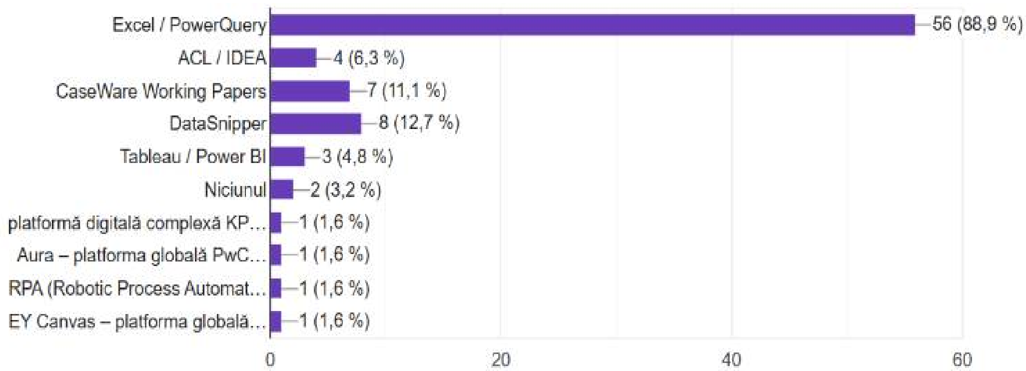
În ceea ce privește utilizarea aplicației Audit XP sau a altor instrumente similare, 74,6% dintre participanți afirmă că recurg la acestea doar ocazional, în funcție de misiune sau de tipul clientului, în timp ce doar 11,1% le utilizează constant, ceea ce indică absența unei standardizări în aplicarea instrumentelor digitale (**Figura nr. 4**).

Referitor la instrumentele software utilizate (**Figura nr. 5**), analiza arată o dependență semnificativă de soluțiile tradiționale, Excel fiind folosit de 88,9% dintre respondenți. Utilizarea aplicațiilor specializate este mult mai redusă: DataSnipper (12,7%), CaseWare (11,1%) și ACL/IDEA (6,3%). Soluțiile avansate, precum Robotic Process Automation (RPA) sau platformele globale (PwC Aura, EY Canvas, KPMG Clara), înregistrează o penetrare marginală (1,6%).

Aceste constatări evidențiază un nivel scăzut de digitalizare în auditul din Republica Moldova, dominat de firme mici și micro, unde constrângerile financiare, lipsa instruirii specializate și reticența culturală față de schimbare limitează adoptarea tehnologiilor inteligente și a platformelor integrate.

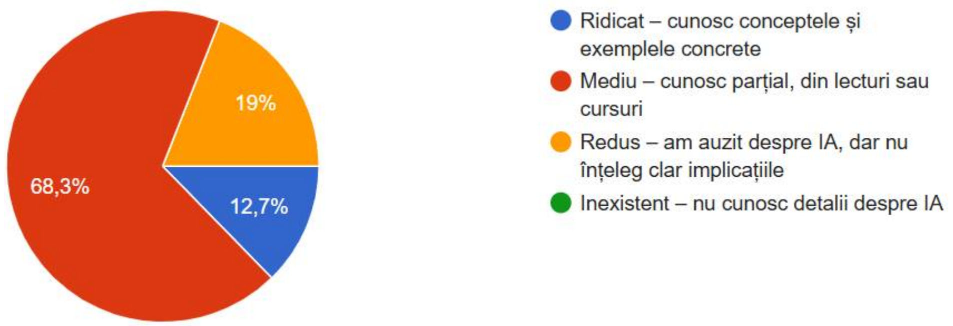
Rezultatele relevă o familiaritate redusă cu conceptul de inteligență artificială aplicată în audit. Doar 12,7% dintre respondenți au un nivel ridicat de cunoștințe, în timp ce 68,3% declară un nivel mediu, bazat pe lecturi sau cursuri, și 19% recunosc că au doar o percepție superficială (**Figura nr. 6**).

Figura nr. 5. Instrumente software utilizate în activitatea de audit și gradul lor de adoptare



Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Figura nr. 6. Nivelul de familiaritate al respondenților cu conceptul de inteligență artificială aplicată în audit



Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Figura nr. 7. Percepția respondenților asupra rolului și potențialului inteligenței artificiale în auditul financiar

Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

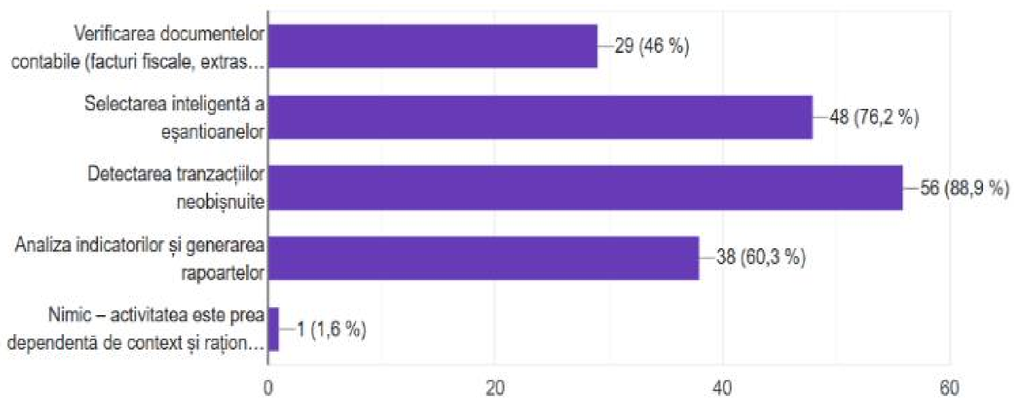
În privința potențialului IA în auditul financiar din Republica Moldova, majoritatea covârșitoare (90,5%) îl consideră moderat, util în sprijinirea unor procese, dar insuficient pentru a înlocui judecata profesională. Doar 4,8% cred într-o transformare fundamentală a activității prin IA, iar 4,8% îl percep ca având fezabilitate redusă (**Figura nr. 7**).

În ceea ce privește percepția asupra Audit XP (sau aplicații similare), aproape jumătate (49,2%) îl consideră un instrument de digitalizare procedurală, nu de IA, iar 41,3% îl văd ca având funcționalități automatizate, dar fără elemente propriu-zise de IA. Doar 9,5% îl asimilează cu un instrument de IA în audit (**Figura nr. 8**).

Figura nr. 8. Percepția respondenților asupra aplicațiilor în audit

Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Figura nr. 9. Activitățile de audit cu potențial de automatizare prin inteligență artificială



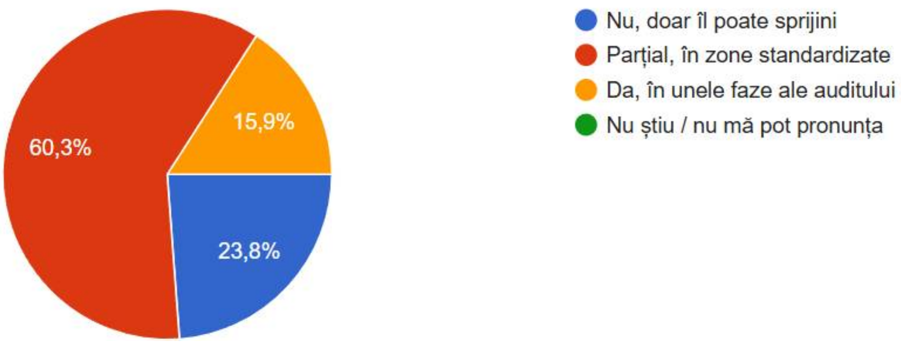
Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Referitor la activitățile cu potențial de automatizare prin IA, cele mai frecvent menționate sunt detectarea tranzacțiilor neobișnuite (88,9%), selecția inteligentă a eșantioanelor (76,2%) și analiza indicatorilor cu generarea de rapoarte (60,3%). Verificarea documentelor contabile este considerată automatizabilă de 46% dintre respondenți, iar doar 1,6% resping complet ideea automatizării prin IA (**Figura nr. 9**).

Prin urmare, datele indică un potențial nevalorificat al IA în auditul din Republica Moldova, limitat în prezent de nivelul scăzut de familiaritate, percepția predominant conservatoare și neclaritatea în delimitarea între instrumente digitale clasice și soluții de IA. În timp ce există o deschidere semnificativă spre utilizarea IA pentru sarcini specifice (detecție, analiză, selecție), implementarea pe scară largă este frânată de lipsa competențelor, a infrastructurii și a standardelor de utilizare. Acest decalaj sugerează necesitatea unor programe de formare profesională și a unor proiecte-pilot care să demonstreze fezabilitatea și beneficiile concrete ale IA în audit.

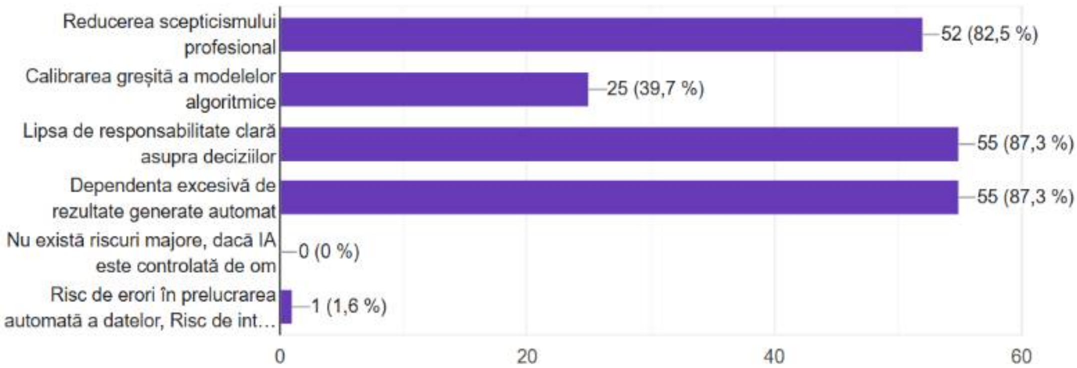
Referitor la posibilitatea de a înlocui raționamentul profesional al auditorului (**Figura nr. 10**), 60,3% dintre participanți consideră că acest lucru este posibil doar parțial, în zone standardizate, 23,8% afirmă că IA poate doar sprijini activitatea profesională, iar 15,9% sunt de părere că aceasta poate substitui raționamentul în anumite faze ale auditului. Aceste opinii confirmă faptul că, deși există deschidere către integrarea tehnologiei, rolul decizional al auditorului nu este perceput ca fiind complet transferabil către un sistem inteligent.

Figura nr. 10. Percepția respondenților privind posibilitatea substituției raționamentului profesional al auditorului prin inteligență artificială



Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Figura nr. 11. Percepția respondenților asupra riscurilor asociate utilizării inteligenței artificiale în audit



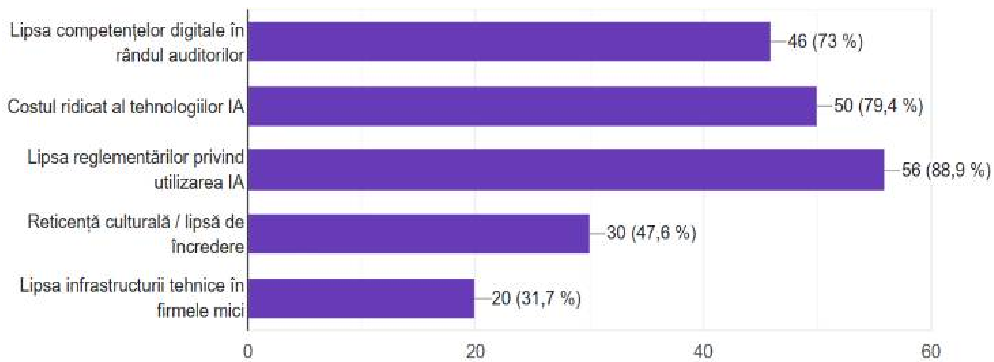
Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

În privința riscurilor asociate utilizării IA în audit, cele mai frecvent menționate sunt lipsa responsabilității clare asupra deciziilor (87,3%) și dependența excesivă de rezultatele generate automat (87,3%), urmate de reducerea scepticismului profesional (82,5%) și de calibrările incorecte ale modelelor algoritmice (39,7%). Nu au fost înregistrate opinii conform cărora IA nu ar implica riscuri majore, ceea ce confirmă o conștientizare ridicată a implicațiilor etice și metodologice ale utilizării acestei tehnologii (**Figura nr. 11**).

Astfel, deducem că auditorii din Republica Moldova manifestă o deschidere prudentă față de integrarea inteligenței artificiale în activitatea profesională, percepând-o mai ales ca pe un instrument complementar, util în automatizarea sarcinilor standardizate și repetitive, dar insuficient pentru a substitui raționamentul profesional uman. Nivelul ridicat de conștientizare a riscurilor, în special lipsa responsabilității clare asupra deciziilor, dependența excesivă de rezultatele generate automat și reducerea scepticismului profesional indică o atitudine precaută, orientată spre protejarea integrității procesului de audit. În consecință, adoptarea IA în domeniu va necesita o abordare echilibrată, combinând investițiile în tehnologie cu formarea profesională continuă și cu definirea unor cadre etice și procedurale ferme, pentru a asigura atât eficiența, cât și menținerea standardelor profesionale.

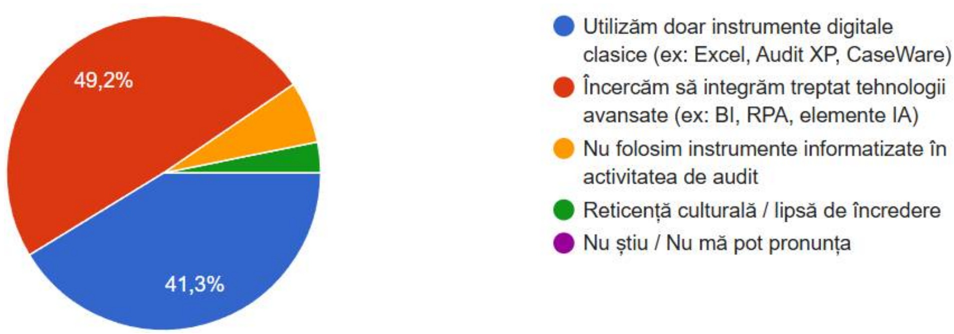
Rezultatele privind barierele (Întrebarea 12) conturează foarte clar tipologia obstacolelor care frânează integrarea IA în audit. Cel mai frecvent invocată este lipsa unui cadru de reglementare clar (88,9%), semnal care reflectă specificul profesiei: auditorii operează sub incidența standardelor și a răspunderii profesionale, iar ambiguitatea normativă transferă riscul către practician. Imediat după, costul ridicat al tehnologiilor IA (79,4%) și deficitul de competențe digitale în rândul auditorilor (73,0%) indică o barieră dublă, financiară și de capital uman, care explică de ce soluțiile rămân adesea la stadiul de intenție. Reticența culturală / lipsa de încredere (47,6%) arată că, dincolo de resurse, persistă rezerve față de „delegarea" unor sarcini sensibile către sisteme automate, în special în absența mecanismelor de explicabilitate și control; în același registru, lipsa infrastructurii tehnice în firmele mici (31,7%) confirmă că dimensiunea organizațională condiționează capacitatea de implementare. În ansamblu, profilul barierelor este coerent cu riscurile percepute anterior (responsabilitate decizională, dependență excesivă, erodarea scepticismului), ceea ce sugerează că reglementarea, competențele și costurile sunt piesele cheie ale „triunghiului blocajelor" (**Figura nr. 12**).

Figura nr. 12. Percepția respondenților asupra barierelor în implementarea inteligenței artificiale în audit



Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Figura nr. 13. Nivelul de digitalizare și tendințele de integrare a tehnologiilor avansate în audit



Sursa: elaborat de autori pe baza datelor din chestionar

Aproape jumătate dintre respondenți declară că „încearcă să integreze treptat tehnologii avansate" (49,2%), iar încă 41,3% „utilizează doar instrumente digitale clasice" (de tip Excel, AuditXP, CaseWare). Ponderea celor care nu folosesc instrumente informatizate este redusă (≈6,3%), la fel și cea a respondenților care invocă reticența culturală drept descriere dominantă a realității din entitate (≈3%). Acest tablou, corelat cu utilizarea covârșitoare a Excelului și cu percepția moderată a potențialului IA, arată că piața se mișcă gradual, dinspre digitalizare de bază către tehnologii avansate, dar fără o standardizare a instrumentelor și fără proiecte scalate la nivelul întregii organizații (**Figura nr. 13**).

Astfel, deducem că sectorul de audit din Republica Moldova se află într-o etapă intermediară, cu o deschidere prudentă către IA, dar cu blocaje structurale bine conturate: claritate normativă insuficientă, costuri excesive și lipsă de competențe. Pentru a transforma tendința de „integrare treptată” într-o integrare efectivă, este necesar un pachet coerent de măsuri: (i) ghiduri și standarde profesionale care să definească responsabilitatea și utilizările admise ale IA, (ii) formare țintită pe zonele cu cel mai mare consens privind automatizarea (detecția anomaliilor, eșantionare inteligentă, raportare analitică), (iii) mecanisme de sprijin financiar (licențe consorțiale, programe-pilot sprijinite de organizațiile profesionale), și (iv) infrastructură minimă partajată pentru firmele mici. Numai prin combinarea acestor patru direcții poate fi redus decalajul dintre intenție și implementare, păstrând în același timp standardele profesionale și încrederea în calitatea auditului.

Astfel, deducem că rezultatele obținute nu doar reflectă nivelul actual de integrare a instrumentelor digitale și de inteligență artificială în audit, ci oferă și repere valoroase pentru conturarea unor recomandări aplicative (**Tabelul nr. 3**). Aceste recomandări derivă direct din răspunsurile participanților și din corelarea lor cu literatura de specialitate, ceea ce le conferă atât relevanță practică, cât și fundament științific. Ele vizează consolidarea competențelor digitale, optimizarea proceselor de audit prin tehnologii avansate și gestionarea adecvată a barierelor etice și tehnice. Prezentarea lor detaliată în continuare are scopul de a sublinia utilitatea concretă a cercetării pentru mediul profesional și academic.

Tabelul nr. 3. Recomandări de acțiune privind integrarea IA în audit și efectele asociate

Aspect identificat	Recomandări de acțiune	Efecte asupra practicii de audit
Formare și instruire profesională	Cursuri, traininguri, stagii internaționale, module în programele de formare profesională, pregătirea auditorilor pentru interpretarea rezultatelor IA	Creșterea competențelor digitale ale auditorilor, reducerea riscului de interpretare greșită a rezultatelor IA, consolidarea raționamentului profesional
Elaborarea de ghiduri și cadre normative	Elaborarea ghidurilor naționale sub egida autorităților, adaptarea cadrului normativ, includerea eticii în utilizarea IA, testarea algoritmilor în controlul calității	Standardizare și uniformitate în utilizarea IA, asigurarea conformității cu standardele internaționale, sporirea transparenței și eticii
Suport tehnic și infrastructură	Asigurarea accesului la softuri specializate, eventual subvenționate de stat, crearea infrastructurii tehnice și a unităților de analiză de date	Reducerea barierelor financiare și tehnice, acces egal la resurse digitale, dezvoltarea infrastructurii pentru audit inteligent
Colaborare instituțională și internațională	Colaborare între auditori, autorități de reglementare și sectorul IT; parteneriate internaționale, schimb de bune practici, asistență tehnică și finanțare externă	Integrarea Republicii Moldova în rețelele internaționale, accelerarea modernizării proceselor de audit, sporirea credibilității instituționale
Implementare graduală și pilotare	Pilotarea soluțiilor IA pe procese cu volum mare de date, implementare etapizată pentru reducerea riscurilor și creșterea gradului de acceptare	Minimizarea riscurilor, ajustarea treptată a proceselor de audit, identificarea din timp a problemelor de implementare
Cultură organizațională și transparență	Promovarea culturii pro-inovație, încurajarea experimentării, recunoașterea echipelor inovative, crearea hub-urilor interne de inovație digitală	Crearea unui mediu favorabil inovației, creșterea motivației profesionale, adoptarea mai rapidă și mai sustenabilă a tehnologiilor IA

Sursa: elaborat de autori

Astfel deducem că recomandările sintetizate evidențiază o viziune integrată asupra procesului de digitalizare a auditului financiar, în care instruirea continuă, elaborarea cadrului normativ, sprijinul tehnic, colaborarea instituțională și internațională, precum și implementarea graduală a soluțiilor IA sunt elemente interdependente. Impactul acestora converge spre creșterea calității procesului de audit, reducerea riscurilor de interpretare eronată, consolidarea transparenței și asigurarea alinierii la bunele practici internaționale. În ansamblu, aceste dimensiuni confirmă necesitatea unei strategii coordonate și a unei culturi organizaționale orientate spre inovație, fără de care integrarea IA ar rămâne fragmentară și lipsită de eficiență.

Pornind de la această concluzie, se impune a se verifica în ce măsură rezultatele sondajului susțin ipotezele formulate anterior pe baza literaturii de specialitate. Validarea sau infirmarea acestora permite testarea empirică a relațiilor presupuse între competențele digitale, percepțiile asupra IA, barierele etice și experiența anterioară cu soluții de automatizare, oferind un fundament științific robust pentru recomandările prezentate. Pentru a consolida relevanța concluziilor obținute și a verifica gradul în care acestea se sprijină pe date empirice, ipotezele formulate în etapa metodologică sunt supuse unui proces de validare prin corelarea lor cu răspunsurile din chestionar. Acest demers permite atât confirmarea, cât și infirmarea parțială a presupunerilor inițiale, oferind un cadru științific de interpretare a rezultatelor. Validarea este realizată prin asocierea fiecărei ipoteze cu întrebările relevante din chestionar și prin interpretarea proporțiilor de răspunsuri obținute. În acest mod, analiza capătă o dimensiune riguroasă, bazată pe dovezi, care depășește nivelul descriptiv și permite formularea unor concluzii fundamentate (**Tabelul nr. 4**).

Tabelul nr. 4. Validarea ipotezelor de cercetare pe baza rezultatelor chestionarului

Ipoteză	Întrebări/variabile asociate (din chestionar)	Rezultate sintetizate (%)	Status validare	Explicație
H1: Corelație pozitivă între competențele digitale și utilizarea IA	Q5 – Gradul de utilizare a instrumentelor digitale; Q7 – Nivelul competențelor digitale	74% declară utilizare frecventă/foarte frecventă; 68% indică nivel mediu/înalt de competențe	*Validată*	Rezultatele confirmă ipoteza: auditorii cu competențe digitale ridicate utilizează mai des soluțiile IA.
H2: Percepția pozitivă asupra IA depinde de familiaritate	Q8 – Familiaritatea cu IA; Q10 – Percepția asupra impactului IA	62% dintre cei cu familiaritate ridicată au percepție pozitivă; 18% dintre cei cu familiaritate scăzută	*Parțial validată*	Ipoteza este confirmată parțial, întrucât există și respondenți familiari cu IA care au rezerve privind utilitatea.
H3: Auditorii care percep IA ca sprijin raportează mai multă încredere în audit digitalizat	Q11 – Tip percepție (sprijin/substituire); Q13 – Nivel încredere în audit digitalizat	71% dintre cei care văd IA ca sprijin au încredere ridicată; doar 29% dintre cei care o percep ca substituire	*Validată*	Confirmă ipoteza: percepția IA ca instrument de sprijin este asociată cu un nivel crescut de încredere.
H4: Barierele etice și lipsa transparenței sunt percepute ca obstacole majore	Q14 – Bariere etice; Q15 – Transparența algoritmilor	66% indică bariere etice drept obstacol principal; 58% menționează lipsa transparenței	*Validată*	Ipoteza este confirmată: barierele etice și transparența deficitară sunt percepute ca probleme centrale în adoptarea IA.
H5: Auditorii cu experiență RPA/IA percep un impact pozitiv asupra eficienței	Q16 – Experiența anterioară cu RPA/IA; Q17 – Impact perceput asupra eficienței	72% dintre cei cu experiență afirmă impact pozitiv; doar 34% dintre cei fără experiență	*Validată*	Rezultatele confirmă ipoteza: experiența practică influențează percepția pozitivă asupra eficienței IA.

Sursa: elaborat de autori

Pe baza rezultatelor, observăm că patru ipoteze (H1, H3, H4, H5) au fost validate integral, în timp ce H2 a fost validată parțial. Asocierea ipotezelor cu întrebările din chestionar și cu răspunsurile procentuale permite o analiză directă și transparentă a gradului în care datele empirice susțin afirmațiile teoretice. Această distribuție arată că integrarea IA în audit este susținută de competențe digitale, experiență practică și percepția sa ca instrument de sprijin, dar că există încă rezerve privind familiaritatea și percepția pozitivă. În ansamblu, ipotezele confirmate susțin necesitatea unei strategii de instruire și experimentare graduală, pentru a depăși barierele legate de scepticism și etică profesională.

Validarea ipotezelor este detaliată mai jos:

H1. Ipoteza conform căreia există o corelație pozitivă între nivelul de competențe digitale ale auditorilor și gradul de utilizare a tehnologiilor de inteligență artificială în procesul de audit se confirmă. Rezultatele sondajului arată că respondenții cu un nivel mai ridicat al competențelor digitale declară o utilizare mai intensă a instrumentelor IA, ceea ce confirmă existența unei relații directe între cele două variabile. *Astfel, datele empirice susțin ipoteza H1, evidențiind faptul că dezvoltarea abilităților digitale reprezintă o condiție esențială pentru adoptarea eficientă a tehnologiilor inovatoare în audit.*

H2. Ipoteza potrivit căreia percepția pozitivă asupra inteligenței artificiale crește odată cu nivelul de familiaritate cu instrumentele digitale de audit este validată parțial. Rezultatele arată că respondenții cu experiență mai consistentă în utilizarea soluțiilor digitale exprimă, în proporție semnificativ mai mare, opinii pozitive privind utilitatea IA în audit, confirmând că familiaritatea cu tehnologia reduce scepticismul și stimulează deschiderea către schimbare. Totuși, ipoteza este confirmată doar parțial, întrucât există și respondenți care, deși declară un nivel ridicat de familiaritate cu IA, continuă să manifeste rezerve față de utilitatea și aplicabilitatea acesteia. *Această situație evidențiază că, pe lângă experiența practică, factorii de ordin etic, cultural și instituțional joacă un rol decisiv în modelarea percepțiilor asupra integrării IA în audit.*

H3. Ipoteza conform căreia auditorii care percep IA ca instrument de sprijin, nu de substituire, raportează un nivel mai ridicat de încredere în calitatea procesului de audit digitalizat este confirmată. Analiza răspunsurilor arată că majoritatea participanților văd IA ca pe un suport în luarea deciziilor și nu ca pe un înlocuitor al raționamentului profesional. *În consecință, percepția IA ca element complementar și nu substitutiv determină o sporire a încrederii în calitatea și fiabilitatea procesului de audit.*

H4. Ipoteza conform căreia barierele etice și lipsa transparenței algoritmilor sunt percepute ca obstacole majore în adoptarea IA în audit este, de asemenea, confirmată. Rezultatele evidențiază că respondenții au identificat aceste riscuri ca fiind unele dintre cele mai importante provocări, cu un procentaj foarte ridicat de mențiuni. *Aceasta validează faptul că adoptarea IA nu poate fi discutată exclusiv în termeni tehnici, ci presupune o abordare complexă care să includă dimensiunea etică și de guvernanță.*

H5. Ipoteza potrivit căreia auditorii cu experiență mai mare în utilizarea RPA și IA percep un impact pozitiv mai accentuat asupra eficienței și acurateței procesului de audit este susținută de datele empirice. Analiza chestionarului arată că persoanele care au participat anterior la implementarea unor soluții de automatizare raportează beneficii clare în ceea ce privește reducerea timpului, creșterea preciziei și optimizarea proceselor. *Aceasta confirmă ipoteza și sugerează că experiența practică are un efect de multiplicare asupra percepției valorii aduse de IA.*

Astfel, analiza ipotezelor formulate și confruntarea lor cu datele empirice confirmă că integrarea inteligenței artificiale în audit se sprijină pe un nucleu solid de competențe digitale, experiență practică și percepții favorabile, dar rămâne condiționată de depășirea barierelor etice și de consolidarea încrederii profesionale. În ansamblu, rezultatele validează direcția strategică a cercetării și susțin necesitatea unor politici de instruire, reglementare și implementare graduală, capabile să transforme potențialul tehnologic într-un avantaj sustenabil pentru profesia de auditor.

5. Concluzii

Cercetarea demonstrează că integrarea inteligenței artificiale în auditul financiar este fezabilă și utilă, cu condiția respectării unui echilibru între eficiența procedurală și raționamentul profesional. Diagnosticul realizat asupra practicilor din Republica Moldova indică o digitalizare preponderent intermediară, utilizare intensă de instrumente clasice și o deschidere prudentă față de soluțiile inteligente. Patru ipoteze sunt confirmate integral, iar una este validată parțial. Corelațiile identificate arată că nivelul competențelor digitale și contactul direct cu IA cresc probabilitatea unei percepții pozitive și a unei utilizări efective, în timp ce barierele etice, lipsa de explicabilitate și ambiguitățile de reglementare diminuează încrederea profesioniștilor și încetinesc procesul de integrare a acestor tehnologii în audit.

Contribuția autorilor este triplă. În plan teoretic, studiul structurează literatura recentă într-un cadru coerent, care leagă competențele digitale, rolul IA în sprijinul judecății profesionale și condiționalitățile etice și normative. În plan empiric, cercetarea oferă o radiografie originală a percepțiilor profesioniștilor din Republica Moldova, validând relații cheie între variabilele investigate și diferențiind între digitalizare de bază și integrare inteligentă. În plan aplicativ, autorii formulează un set de recomandări operaționale: formare țintită, ghiduri profesionale și clarificări normative, sprijin tehnic și infrastructură partajată pentru IMM-uri, colaborare instituțională și internațională, pilotare etapizată, care pot fi implementate gradual.

Impactul așteptat al recomandărilor este multiplu. Calitatea auditului crește prin extinderea analiticii și a detecției de anomalii, riscul de interpretare eronată se reduce prin formare și prin standarde clare de utilizare a IA, transparența proceselor se îmbunătățește prin cerințe de explicabilitate, iar convergența la bune practici internaționale este accelerată prin colaborări și pilotări controlate. În ansamblu, lucrarea oferă un traseu de implementare care transformă potențialul tehnologic într-un avantaj profesional sustenabil, fără a dilua rolul decizional al auditorului.

În concluzie, analiza demonstrează că utilizarea inteligenței artificiale în auditul financiar nu reprezintă doar o direcție de modernizare, ci o necesitate strategică pentru menținerea relevanței profesiei. Recomandările desprinse din studiu se concentrează pe paliere majore, precum: dezvoltarea competențelor digitale ale auditorilor, integrarea treptată și controlată a tehnologiilor în procedurile de audit și adaptarea cadrului etic și normativ la noile realități tehnologice. Aceste direcții constituie atât priorități de implementare pentru profesioniști și entitățile de audit, cât și un punct de plecare pentru cercetări viitoare.

Direcții viitoare de cercetare

Rezultatele acestei cercetări deschid direcții relevante pentru aprofundarea relației dintre inteligența artificială și auditul financiar. În primul rând, se conturează necesitatea unor studii longitudinale care să evalueze impactul efectiv al integrării soluțiilor IA asupra calității și costurilor auditului, dincolo de percepțiile profesioniștilor. În al doilea rând, cercetarea viitoare poate dezvolta modele comparative între piețe emergente, cum este Republica Moldova, și jurisdicții cu grad avansat de digitalizare, pentru a identifica diferențe structurale și bune practici transferabile. În al treilea rând, analiza etică și juridică a utilizării IA în audit necesită explorări interdisciplinare, pentru a oferi recomandări clare privind responsabilitatea profesională, transparența algoritmică și standardele de conformitate. Deși Uniunea Europeană își afirmă rolul de lider în reglementarea inteligenței artificiale, ceea ce contribuie la definirea unui standard global, literatura de specialitate subliniază necesitatea unor măsuri mai cuprinzătoare care să alinieze politicile de reglementare cu realitatea tehnologică și cu percepțiile publice (Laux, 2024). Totodată, dezvoltarea unor instrumente experimentale și testarea lor în contexte de audit real ar putea fundamenta noi standarde internaționale de raportare și control.

Bibliografie

1. Abdullah, A. A. H., & Almaqtari, F. A. (2024). The impact of artificial intelligence and Industry 4.0 on transforming accounting and auditing practices. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(1), 100218. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100218
2. Abu Huson, Y., Sierra-García, L., & Garcia-Benau, M. A. (2024). A bibliometric review of information technology, artificial intelligence, and blockchain on auditing. *Total Quality Management & Business Excellence*, 35(1-2), 91-113.
3. Agustí, M. A., & Orta-Pérez, M. (2023). Big data and artificial intelligence in the fields of accounting and auditing: a bibliometric analysis. *Spanish Journal of Finance and Accounting/Revista*

Española de Financiación y Contabilidad, 52(3), 412-438.
4. Appelbaum, D., Kogan, A., & Vasarhelyi, M. A. (2017). Big data and analytics in the modern audit engagement: Research needs. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 36(4), 1-27. Disponibil: https://digitalcommons.montclair.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1033&context=acctg-finance-facpubs
5. Blösser, M., & Weihrauch, A. (2024). A consumer perspective of AI certification–the current certification landscape, consumer approval and directions for future research. *European Journal of Marketing*, 58(2), 441-470.
6. Deliu, D. (2024). Raţionamentul şi scepticismul profesional în contextul interacţiunii dintre Inteligenţa Artificială şi inteligenţa umană. *Audit Financiar*, 22(176). Disponibil: https://revista.cafr.ro/ArticolRO?CodArticol=9781
7. Farcane, N., & Deliu, D. (2020). Mize şi provocări privind activitatea auditorului în era Blockchain. *Audit Financiar*, 18(1), 45-181. Disponibil: https://revista.cafr.ro/temp/Abstract_9632.pdf
8. Fedyk, A., Hodson, J., Khimich, N., & Fedyk, T. (2022). Is artificial intelligence improving the audit process?. *Review of Accounting Studies*, 27(3), 938-985.
9. Hurducaci, C. C., & Ionescu, B. Ş. (2024). Revoluţionarea auditului financiar: integrarea inteligenţei artificiale pentru eficienţă şi acurateţe îmbunătăţite. Audit Financiar, 22(3), 383-497. Disponibil: https://revista.cafr.ro/ArticolRO?CodArticol=9772
10. Informația privind piața serviciilor de audit pentru anul 2024. Aprobată prin Decizia nr.16 din 19.06.2025. Disponibil: https://cspa.md/sites/default/files/Pia%C8%9Ba%20serviciilor%20de%20audit%202024.pdf
11. Lacurezeanu, R., Tiron-Tudor, A., & Bresfelean, V. P. (2020). Automatizarea proceselor prin robotizare în audit şi contabilitate. *Audit Financiar*, vol. XVIII, no. 4(160), pp. 752-770, Disponibil: https://revista.cafr.ro/temp/Articol_9652.pdf
12. Laux, J., Wachter, S., & Mittelstadt, B. (2024). Trustworthy artificial intelligence and the European Union AI act: On the conflation of trustworthiness and acceptability of risk. *Regulation & Governance*, 18(1), 3-32.
13. Leocádio, D., Malheiro, L., & Reis, J. (2024). Artificial Intelligence in Auditing: A Conceptual Framework for Auditing Practices. *Administrative Sciences*, *14*(10), 238. https://doi.org/10.3390/admsci14100238
14. Lungu, C., & Bunget, O. C. (2025). Continuitatea profesiei de audit în contextul digitalizării și automatizării. *Audit Financiar*, 23(178). Disponibil: https://revista.cafr.ro/ArticolRO?CodArticol=9799
15. Rodgers, W., Al-Shaikh, S., & Khalil, M. (2023). Protocol analysis data collection technique implemented for artificial intelligence design. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 6842-6853.
16. Seethamraju, R., & Hecimovic, A. (2023). Adoption of artificial intelligence in auditing: An exploratory study. *Australian Journal of Management*, 48(4), 780-800.
17. Shapovalova, A., Kuzmenko, O., Polishchuk, O., Larikova, T., & Myronchuk, Z. (2023). Modernizatsiia natsionalnoi systemy obliku y audytu z vykorystanniam instrumentiv tsyfrovoi transformatsii [Modernization of the national accounting and audit system using digital transformation tools]. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 4(51), 33-52.
18. Taherizadeh, A., & Beaudry, C. (2023). An emergent grounded theory of AI-driven digital transformation: Canadian SMEs' perspectives. *Industry and Innovation*, 30(9), 1244-1273.
19. Tofan, D. O. & Airinei, D. (2024). Competenţe digitale în colectarea şi interpretarea probelor de audit. *Audit Financiar*, 22(175). Disponibil: https://revista.cafr.ro/ArticolRO?CodArticol=9773.

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *73-89*
ISSN on-line: 1844-8801

Lucrare prezentată la cel de-al IX-lea Congres al profesiei de auditor financiar din România

Previziunea veniturilor din buget cu ajutorul modelului seriilor de timp ARIMA

Drd. Ionela URSU,
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași,
Facultatea de Economie și Administrarea Afacerilor,
e-mail: ionela.ursu92@gmail.com

Rezumat

În ultimele decenii informația a devenit una din cele mai importante resurse ale unei companii orientate spre profit, iar managementul întreprinderii moderne, bazat pe flexibilitate și dinamism, impune o informare complexă și operativă. Dar cum se pot obține informații relevante, pertinente și în timp util? Ce metode, instrumente se pot folosi pentru a oferi cele mai corecte informații atunci când vorbim de planificarea și previziune? Un instrument de bază al contabilității și controlului de gestiune este reprezentat de buget, remarcându-se în special funcția de previziune a acestuia. În acest context, pentru acest studiu s-a avut în vedere previziunea veniturilor din buget cu ajutorul seriilor de timp de tip ARIMA. S-a observat o tendință crescătoare a previziunii pentru anul analizat, semn favorabil pentru companie în ceea ce privește creșterea veniturilor.

Cuvinte cheie: *buget; previziune; modele de previziune; serii de timp; ARIMA; SPSS;*

Clasificarea JEL: *M41*

Vă rugăm să citaţi acest articol astfel:
Ursu, I. (2026), Forecasting Budget Revenues Using the ARIMA Time Series Model, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.186-202, DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/005

Link permanent pentru acest document:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/005
Data primirii articolului: 16.07.2025
Data revizuirii: 4.08.2025
Data acceptării: 13.01.2026

1. Introducere

Din punct de vedere istoric, bugetele au jucat întotdeauna un rol important în administrarea afacerilor *(Libby, Lindsay, 2010)*. Bugetul de afaceri s-a dezvoltat în principal în perioada 1895-1920 ca urmare a dezvoltării industriale, standardizării producției și concurenței de pe piață. Bugetele sunt utilizate în întreaga lume și deservesc mai multe scopuri: planificare, evaluarea performanței, motivarea angajaților, alocarea resurselor companiei, controlul și implementarea strategiilor.

Este instrumentul fundamental de planificare pe termen scurt (de obicei 1 an), orientat spre o gestiune previzională profitabilă. Obiectivele din buget trebuie să corespundă strategiei definite la nivelul entității traduse prin plan *(Caraiani C., 2010, p. 37)*.

Previziunea reprezintă baza de pornire a bugetării. Astfel, a bugeta înseamnă a prevedea și a decide, iar a previziona înseamnă a cunoaște înainte de a acționa (*Badea F., Dobrin C., 2006, p. 71 și 81)*.

În prezent folosirea previziunilor nu se realizează doar pentru predicții asupra aspectelor economice, politice, sociale dar și pentru *decizii de business în timp real.* Previziunea este un angajament față de viitor, dar și o atitudine științifică. Previziunile au la bază metode științifice, statistice, economice sau de altă natură, deci previziunea se sprijină pe cunoaștere *(Badea F., Dobrin C., 2006, p. 82)*.

Pe baza structurii sistemului bugetar putem distinge două tipuri de bugete: determinante (reprezintă temelia bugetului) și rezultante (sunt induse de bugetele determinante). Bugetele determinante sunt reprezentate de bugetul de vânzări și bugetul de producție. Bugetele rezultante sunt reprezentate de bugetul de aprovizionare, cheltuieli administrative, investiții, trezorerie ș.a. *(Budugan D., 2001, p. 52)*.

Având în vedere că punctul de plecare în elaborarea bugetelor îl reprezintă previziunea veniturilor ne propunem să realizăm un ***model de predicție*** a vânzărilor cu ajutorul ***seriilor cronologice,*** care vor reprezenta apoi baza de construcție a celorlalte bugete, mai concret se va utiliza modelul seriilor de timp ARIMA.

Datele utilizate sunt preluate de la o companie care are drept obiect de activitate producția. Din motive de confidențialitate nu putem divulga numele companiei, datele prelucrate sunt reale și au fost extrapolate din sistemul ERP SAP. Pentru acest studiu se vor utiliza datele istorice din bugete privind unitățile fizice fabricate în perioada 2019-2023, iar predicția se va realiza pentru anul 2024.

Lucrarea include trei secțiuni, după cum urmează: prima secțiune vizează analiza literaturii cu accent pe noțiuni privind modelele de previziune. Urmează prezentarea metodologiei de cercetare, variabilele utilizate, modelele ARIMA propuse și rezultatele predicției modelului, iar ultima parte vizează concluziile studiului.

2. Analiza literaturii de specialitate

Sistemul de bugete reprezintă un mod de gestiune previzională pe termen scurt care cuprinde planificarea și controlul bugetar. Obiectivul sistemelor de bugete este reprezentat de obținerea de informații în scopul planificării evenimentelor din cadrul unei entități *(Caraiani C., et. al., 2010, p. 42)*. Practic, totalitatea bugetelor individuale coordonate între ele este denumită sistem bugetar *(Horvath et. al., 2009, p. 145)*.

Bugetul reprezintă un instrument de planificare, iar obiectivele bugetare trebuie să corespundă strategiei entității tradusă prin plan *(Caraiani C., et. al., 2010, p.37)*. Bugetul exprimă viziunea conducerii asupra așteptărilor privind activitatea firmei pentru o perioadă de timp. Procesul de realizare precum și execuția bugetului presupun acțiuni complexe deoarece o multitudine de variabile, factori pot afecta și influența atingerea sau nu a obiectivelor propuse *(Rachlin R., 2007, p. 3)*.

Bugetarea mai reprezintă în viziunea autorilor (*Horvath et. al., 2009, p. 140*) un sistem de planificare al rezultatului și care determină o derulare clară a planurilor de acțiune. Bugetul este o previziune cifrică a obiectivelor, care trebuie să corespundă strategiei entității *(Caraiani C., 2010, p. 37)*. Bugetul prezice rezultatul anticipat al unei strategii de afaceri (*Dimitris C.N., 2006, p. 237)*.

Dacă bugetarea reprezintă înscrierea în bugete a datelor rezultate în urma previziunilor (*Budugan D., 2001, p. 43)*, următoarele întrebări care se pot pune sunt: Ce informații înscriem în bugete? Cum obținem aceste informații? Previziunea reprezintă baza de pornire a bugetării. Astfel, a bugeta înseamnă a prevedea și a decide, iar a previziona înseamnă a cunoaște înainte de a acționa (*Badea F., Dobrin C., 2006, p. 71 și 81)*.

În prezent folosirea previziunilor nu se realizează doar pentru predicții asupra aspectelor economice, politice, sociale dar și pentru *decizii de business în timp real.*

Previziunea este un angajament față de viitor dar și o atitudine științifică. Previziunile au la bază metode științifice, statistice, economice sau de altă natură, deci previziunea se sprijină pe cunoaștere. Pentru a previziona avem nevoie de informații care fac referire la situația prezentă și trecută a întreprinderii, astfel că informațiile devin materia primă de decizie a managementului (*Badea F., Dobrin C., 2006, p. 82)*.

Previziunea sau predicția provine din limba franceză *"prevision",* care înseamnă a anticipa evoluția și apariția evenimentelor, pe baza datelor cunoscute din trecut (dar și din prezent); precum și studiul legilor obiective în context temporal și spațial *(Guță A.J, Catrina I., 2020).*

Cum se obțin previziunile? Cu ajutorul ***modelelor de previziune***. Modelele de previziune reprezintă „inima" unei predicții. Pentru a obține cele mai bune rezultate avem nevoie de date corecte dar și de modelul potrivit. Cu cât datele și modelul sunt mai compatibile, cu atât mai precisă va fi previziunea unui fenomen. În opinia autorilor *Jain L. D. C, Malehorn J. (2006, p. 46)* există trei principale tipuri de modele:

a) **Modelul Seriilor de Timp**: acest model funcționează pe baza extrapolării datelor din trecut și se pleacă de la presupunerea că același trend va continua și în viitor. Exemple de astfel de modele pot fi *exponential smoothing* (netezire exponențială) și ARIMA *(Zhao L., Mbachu J., Zhang H., 2019);*

b) **Modelul Cauză-Efect**: se bazează pe existența unei cauze (numită ***driver*** sau variabilă independentă) și a unui efect (numit variabilă dependentă). De exemplu, dacă vânzările depind de totalul cheltuielilor cu publicitatea pentru un produs, atunci vânzările reprezintă variabila dependentă iar publicitatea variabila independentă, driver-ul, cauza. Cu ajutorul acestui model putem determina relația dintre variabile și să le proiectăm în viitor. Un alt exemplu pornește de la următoarea relație între cheltuieli (y) și activități (x): y=F(x), unde, cheltuielile prevăzute Y s-au stabilit plecând de la nivelul activității ce poate fi prevăzut *(Badea F., Dobrin C., 2006, p. 72)*. Acest model se folosește atunci când există o strânsă legătură între variabile și nu se va schimba semnificativ în viitor sau cel puțin în perioada de previzionare;

c) **Modelul Critic**. Acest model se folosește în mod deosebit atunci când nu avem date anterioare pentru analiză. În acest caz ne vom folosi de proceduri specifice pentru a realiza o previziune cum ar fi: modelul Analog, Delphi, Diffusion, PERT (performance evaluation review technique), Survey. Le vom descrie pe scurt în continuare.

- Analog – în cadrul acestui model se caută o variabilă similară pentru a fi folosită drept bază pentru previziune. De exemplu, când televizoarele au apărut prima dată pe piață analiștii estimau vânzările pe baza vânzărilor produselor radio. Această tehnică se folosește pentru produsele noi pe piață, unde nu avem o evidență trecută;
- Delphi - în acest caz previzionarea se realizează cu ajutorul unui grup de expertiză din domeniul respectiv;
- Diffusion - analiștii previzionează datele pe baza ciclului de viață al produsului;
- PERT – prin această abordare analistul previzionează cu ajutorul unui expert în domeniu care îi va furniza trei estimări (pesimistă, optimistă, cel mai probabil) care vor servi drept bază pentru prognoză;
- Survey - datele primare provin din chestionare, aplicate prin mail, telefon sau față în față, care reprezintă baza de pornire pentru previzionare în anumite cazuri specifice.

Într-un context informațional se mai impune o anumită clarificare: care este diferența dintre date și informații? Informația reprezintă un mesaj, aduce un spor de cunoaștere și reduce incertitudinea, iar datele reprezintă simboluri pentru o informație potențială, dar necesită o prelucrare a lor pentru a deveni informații utile. Astfel, datele devin materia primă pentru obținerea informațiilor (*Nica P., Iftimescu A., 2008, p. 363*).

La baza unei previziuni stau datele pe care le avem la dispoziție. În funcție de datele pe care le avem la dispoziție putem selecta și modelul corect. La pregătirea datelor trebuie să avem în vedere următoarele aspecte (*Jain L.D.C., Malehorn J., 2006, p. 52*):

- consistența datelor: ne asigurăm ca avem date pentru toată perioada analizată;
- apariția valorilor extreme (outliers): prin outlier înțelegem valori extreme, neobișnuite, ieșite din comun. Acestea sunt apariții random, care nu fac parte din model, astfel că acestea fie se ajustează, fie se alege un model care ține evidența unei astfel de apariții, de exemplu,

folosirea unei *variabile dummy* în cadrul regresilor care ajustează outlier-ul;

- structura datelor: acestea se pot schimba odată cu apariția unor noi produse, fuziuni de întreprinderi, pătrunderea pe o nouă piață etc.; în astfel de cazuri comparația cu datele din trecut nu mai este posibilă;
- date lipsă: dacă ne lipsesc date dintr-o anumită perioadă (de exemplu o lună, 1 an) trebuie să inserăm valorile lipsă (prin estimări); dacă vrem, de exemplu, să aplicăm modelul seriilor de timp am putea întâmpina probleme;
- sezonalitate: face referire la fluctuații care au loc în mod periodic. De exemplu, vânzările unui magazin cu anumite produse specifice pot fi foarte ridicate în luna decembrie, când are loc Crăciunul, sau anumite echipamente sportive pot fi vândute mai mult iarna decât vara și invers. Daca observăm un astfel de trend vom ține cont de el pe parcursul previzionării;
- existența unei relații cauză-efect între date: dacă vânzările noastre sunt direct afectate de practicarea unor campanii publicitare atunci modelul cauză-efect este mai potrivit de folosit pentru că Seriile de Timp nu vor surprinde o asemenea relație între date;
- erori în procesul de previziune: acestea sunt cel mai greu de măsurat. Putem calcula erorile, după caz, folosind una din formulele (*Jain L.D.C., Malehorn J., 2006, p. 60*):
  a. Eroare de previziune (%) = (Actual-Previzionat)/Actual*100 - *ne arată cât de mult previziunea deviază de datele actuale*;
  b. Eroare de previziune (%) = (Previzionat-Actual)/Previzionat*100 - *ne arată cât de mult datele realizate deviază de ce am previzionat*.

Metodologia aplicată depinde de obiectul de activitate al întreprinderii. De exemplu, pentru produse precum cimentul, petrolul, electricitatea previziunea se poate face pe fiecare produs în parte. Pentru produsele de larg consum previziunea se realizează în termeni de capacitate de producție sau desfacere. Pot apărea restricții la nivel de previziuni, de exemplu, restricții generate de piața unde firma își va vinde produsele, apariția concurenței etc., de aceea recurgem la metode care să ne reducă din această incertitudine (*Badea F., Dobrin C., 2006, p. 126*).

3. Metodologia cercetării. Modelul seriilor de timp ARIMA

Între funcțiile bugetului se remarcă funcția de previziune (pe lângă cea de control și echilibru financiar), care reprezintă o estimare financiară a resurselor și cheltuielilor pentru activitățile întreprinderii *(Budugan D., 2001, p. 46)*. Având în vedere că punctul de plecare în elaborarea bugetelor îl reprezintă previziunea veniturilor ne propunem în continuare să realizăm un model de predicție a vânzărilor cu ajutorul seriilor cronologice, care vor reprezenta apoi baza de construcție a celorlalte bugete. Datele seriilor cronologice sunt ordonate conform ***variabilei timp*** *(Cărbunaru B., Băcescu C., 2013)*. Expresia generală a unei serii cronologice este de forma *(Anghelache C., Manole A., 2012)*:

$$\mathbf{Y_i=f(t_i)}, \text{ unde}$$

Y_i= valorile variabilei studiate

t_i= valorile numerice ale variabilei timp

De multe ori se preferă **înlocuirea variabilelor independente** efective, care acționează asupra vânzărilor (cum ar fi: nivelul veniturilor consumatorilor, nivelul inflației, structura populației, prețul produselor, bugetul publicității etc.) cu ***variabila timp***; aceasta din cauza lipsei informațiilor cu privire la variabilele cauzale, pe de o parte, dar și din cauza costurilor mari pentru a obține asemenea informații (*Zamfir M., 2017, p 65)*.

Planificarea bugetelor începe mereu cu bugetul de vânzări, care indică cantitatea fizică de unități care urmează să fie produse și vândute într-o anumită perioadă *(Chorafas Dimitris 2006, p. 237)*. Acest buget reprezintă apoi baza pentru bugetele costurilor de producție, urmând să fie luat în considerare pentru cantitățile de materii prime și materiale necesare pe unitate de produs, de unde va rezulta bugetul costurilor pentru materiale. Ținând cont de aceste informații se continuă apoi cu realizarea bugetului de achiziții. Se planifică apoi și bugetul cheltuielilor cu salarii directe și indirecte, precum și bugetul cheltuielilor generale de administrație. Bugetul de investiții ține cont de bugetul producției în vederea achiziției sau modernizării utilajelor. Trecerea bugetării de la calcul numeric la unul bazat pe numerar reprezintă bugetarea fluxului de trezorerie, precum și elaborarea unui bilanț planificat și a contului de rezultate previzionate (*Horvath et. al., 2009, p. 154)*.

Previziunea vânzărilor se poate realiza: pe *termen scurt* (pentru elaborarea programelor de producție, incluzând previziunea stocurilor de produse finite sau programele de aprovizionare cu materii prime și materiale etc.) și pe *termen lung și mediu* (pentru elaborarea programelor de investiții și a planurilor de finanțare), (*Badea F., Dobrin C., 2006, p. 121*). Autorii *Ikenna A., et. al.(2017)* susțin faptul că estimarea, previziunea vânzărilor reprezintă fundamentul, punctul de plecare în vederea construcției bugetelor.

Figura. nr. 1. Etapele de realizare a modelului ARIMA

Cadrul de cercetare al modelului ARIMA
1. Analiza grafică a datelor istorice;
↓
2. Testarea staționarității (metoda grafică și numerică);
↓
3. Transformarea seriei din nestaționară în staționară;
↓
4. Determinarea parametrilor pentru modelul ARIMA (p, d, q);
↓
5. Determinarea parametrilor pentru modelul SARIMA (p, d, q) (P, D, Q);
↓
6. Testarea și selectarea modelelor cu ajutorul indicatorilor de acuratețe, criteriilor informaționale, coeficienților modelului, testului Ljung-Box privind staționaritatea erorilor și corelogramelor privind erorile modelului;
↓
7. Realizarea estimației parametrilor și validarea modelului ales;
↓
8. Realizarea predicțiilor pentru modelul ales.

Sursa: prelucrare proprie

Previziunea veniturilor din buget s-a realizat pentru acest studiu cu ajutorul seriilor cronologice, mai concret modelul seriilor de timp ARIMA. Redăm în **Figura nr. 1** etapele de realizare a acestui proces urmând ca apoi acestea să fie prezentate în detaliu.

Primul concept de clarificat atunci când vorbim de serii de timp ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average) este dacă o serie este staționară sau nu. Determinarea acestui concept este importantă deoarece staționaritatea unei serii poate influența puternic comportamentul și proprietățile acesteia *(Brooks C., 2008, p. 233).* O serie care este *staționară* se caracterizează prin faptul că media, varianța și covarianța nu depind de timp, sunt constante. O serie *nestaționară,* în schimb, nu respectă una din condițiile enumerate anterior, adică valoarea variabilei depinde de valoarea anterioară. Dacă o serie este nestaționară poate apărea fenomenul de corelație artificială între variabile, adică deși valoarea coeficientului este mare nu există concret o legătură între acestea. Mai poate apărea și fenomenul de regresie falsă, adică există o legătură logică, modelul este semnificativ însă nu avem o legătură logică între variabile *(Jemna D., 2009, p. 209-210).*

În practică bineînțeles că este foarte greu să găsim serii staționare, motiv pentru care vom recurge la procedee de transformare a seriei. Pentru testarea staționarității se pot folosi metode grafice (pe baza coeficienților de autocorelație) și numerice (pe bază de teste). Pentru realizarea acestora am folosit programul de statistică SPSS v30, iar datele utilizate sunt reprezentate de datele istorice din bugetul de venituri (în volume fizice).

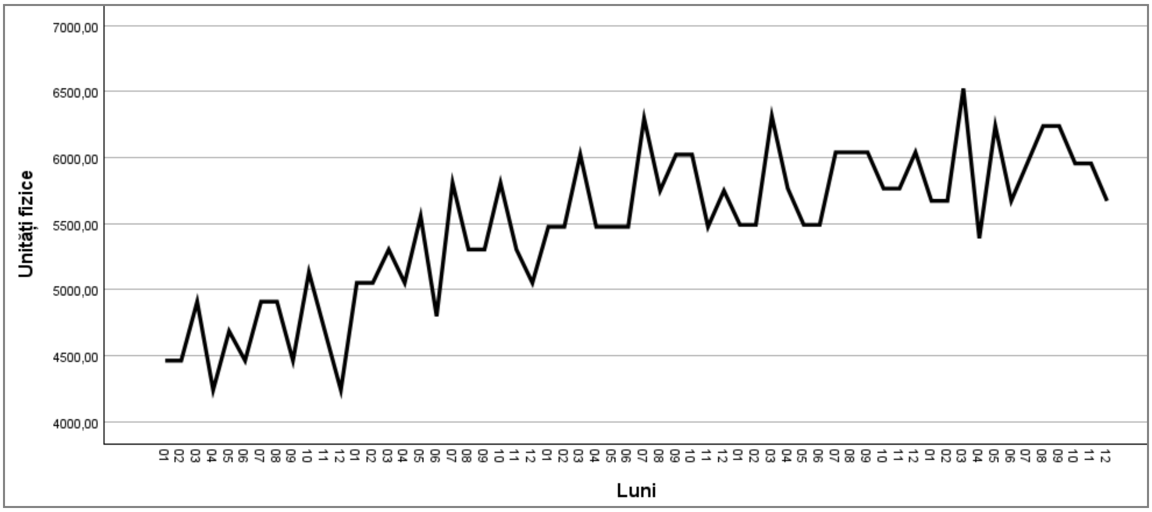
Redăm în primul rând seria de date în **Figura nr. 2**, unde deja la o primă analiză ne dăm seama că avem o serie staționară deoarece observăm o tendință crescătoare și nu una constantă.

Înainte de a proceda la testarea cu ajutorul celor două modele dorim să precizăm câteva concepte de care ne vom folosi în cele ce urmează. Primul este *funcția de autocorelație*, care măsoară intensitatea legăturii dintre variabile și ia valoarea între -1 și +1. *Funcția de autocorelație parțială* măsoară intensitatea legăturii dintre variabile, dar controlând și influența variabilelor pentru un decalaj k. *Decalajul* (sau *lag*) reprezintă un operator care realizează corespondența dintre valoarea seriei la un moment t și unul anterior. Operatorul *diferență* se utilizează la transformarea unei serii nestaționare în serie staționară și realizează corespondența dintre valoarea seriei la momentul t și diferența dintre valoarea seriei la momentul t si valoarea seriei la un moment de timp anterior *(Jemna D., 2009, p. 211).*

Utilizând *metoda grafică* pentru a testa staționaritatea, ne vom folosi de *corelograma coeficienților de autocorelație.* Dacă valorile funcției de autocorelație se păstrează în limitele intervalului de încredere, înseamnă că seria este staționară. În schimb, dacă valorile descresc exponențial, înseamnă că seria este nestaționară *(Jemna D., 2009, p. 212).*

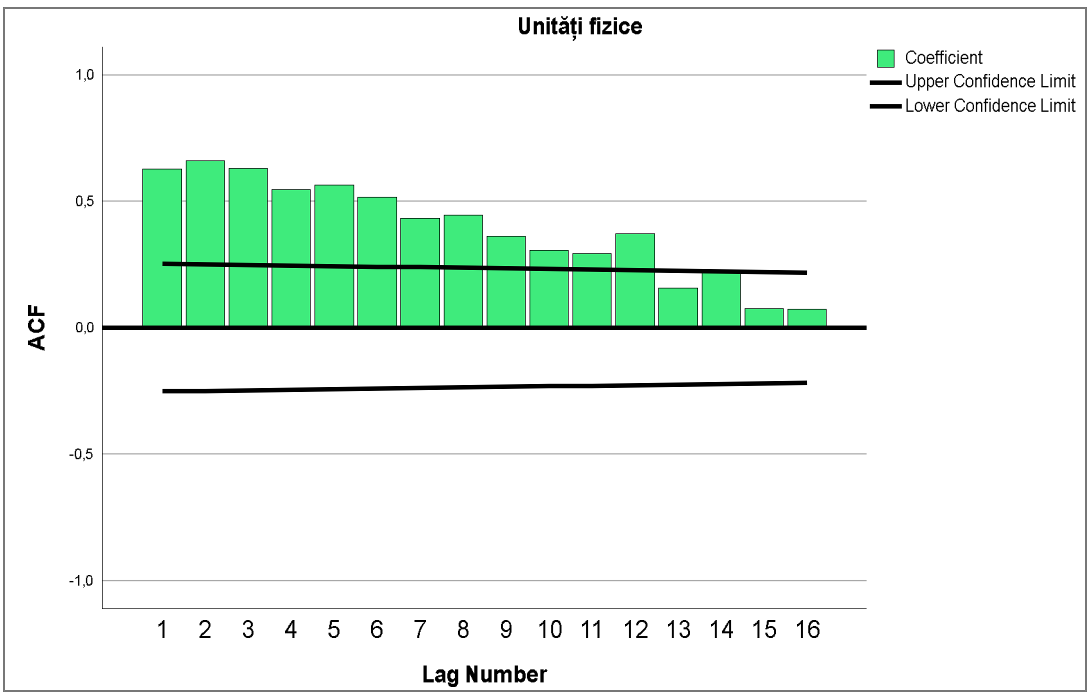
Putem observa ușor din corelograma reprezentată în **Figura nr. 3** faptul că *seria este nestaționară*, deoarece valorile descresc și depășesc limitele intervalului până la un decalaj (lag) egal cu 12.

Figura. nr. 2. Seria de date



Sursa: prelucrare proprie în SPSS

Figura nr. 3. Corelograma seriei nestaționare



Sursa: prelucrare proprie în SPSS

Metoda numerică se realizează cu ajutorul *testului Ljung-Box* (**Tabelul nr. 1**), plecând de la formularea ipotezelor *(Jemna D., 2009, p. 213)*:

H0: $\rho_k = 0$, toți coeficienții sunt simultan zero – seria este staționară

H1: ρ_k toți coeficienții nu sunt simultan zero – seria *nu* este staționară

Rezultă *Sig =<0,001<0,05*, adică pentru fiecare decalaj (lag) semnificația testului este <0,001 → se respinge ipoteza H0 și se acceptă ipoteza H1, adică ***seria este nestaționară.***

Tabelul nr. 1. Metoda numerică de testare

Autocorrelations

Series: Unități fizice

Lag	Autocorrelation	Std. Error[a]	Box-Ljung Statistic Value	df	Sig.[b]
1	,626	,126	24,712	1	<,001
2	,659	,125	52,588	2	<,001
3	,630	,124	78,464	3	<,001
4	,546	,123	98,247	4	<,001
5	,563	,122	119,716	5	<,001
6	,517	,120	138,115	6	<,001
7	,431	,119	151,183	7	<,001
8	,445	,118	165,366	8	<,001
9	,360	,117	174,826	9	<,001
10	,306	,116	181,801	10	<,001
11	,292	,115	188,288	11	<,001
12	,371	,114	198,965	12	<,001
13	,156	,112	200,883	13	<,001
14	,224	,111	204,945	14	<,001
15	,075	,110	205,404	15	<,001
16	,073	,109	205,856	16	<,001

a. Procesul subiacent presupus este independența (zgomot alb).
b. Bazat pe aproximarea asimptotică chi-pătrat.

Sursa: prelucrare în SPSS

Seria de timp nestaționară poate fi *transformată în serie staționară* cu *ajutorul operatorului diferență* de un anumit ordin. Această transformare se poate realiza cu ajutorul SPSS (*meniul forecasting, sequence chart, transform, difference 1*). În **Figura nr. 4** putem observa seria de date transformată în serie staționară de ordinul întâi (adică am aplicat operatorul o singură dată pentru a obține seria staționară).

Procesul ARIMA este determinat de 3 parametri - p, d și q - iar modelul se scrie sub forma:

ARIMA (p, d, q),

unde p reprezintă componenta autoregresivă (*AR*), d ordinul de integrare (*I*) și q componenta mediei mobile (*MA*).

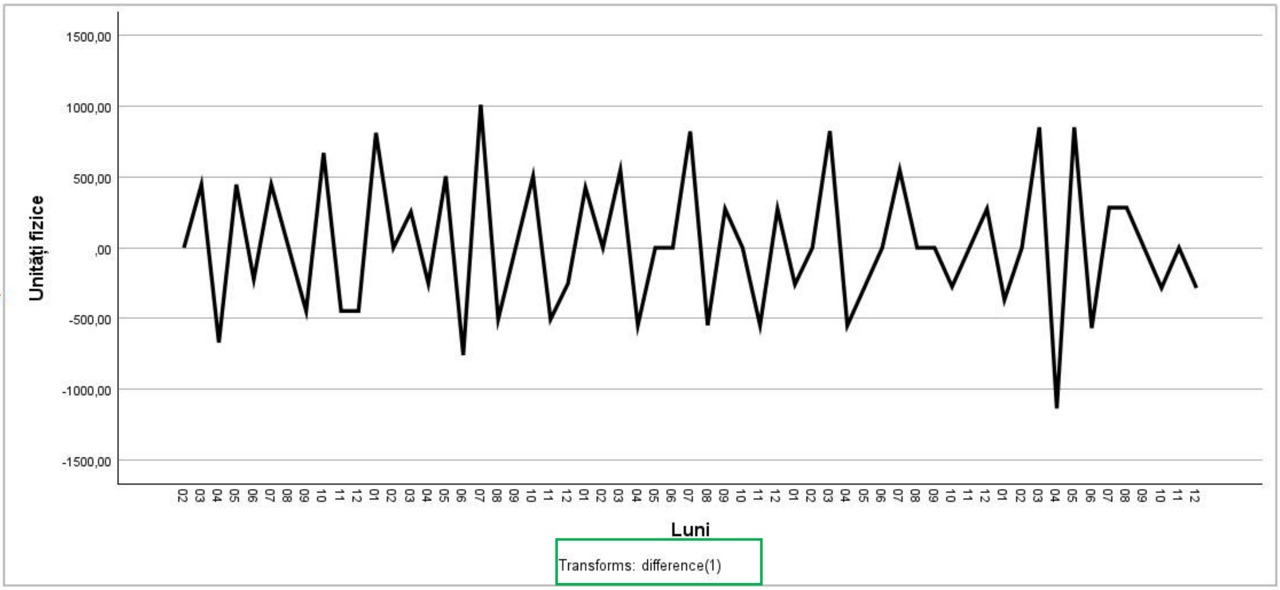
Cum decidem parametrii pentru modelul ARIMA? Cu ajutorul funcției de autocorelație și autocorelație parțială pentru o serie staționară (seria noastră deja a fost transformată așa cum am descris mai sus), astfel:

- parametrul **p** se referă la numărul de valori trecute (decalaje sau lag-uri) pe care modelul le folosește pentru a face predicții *(Gupta A., Mehta V., 2023)* și se poate determina cu ajutorul funcției de autocorelație parțială, mai concret *corelograma autocorelației parțiale* (**Figura nr. 6**), pe care o obținem cu ajutorul SPSS. Pe baza acestui grafic observăm termenii care sunt semnificativ diferiți de zero;
- parametrul **d** se referă la numărul de diferențieri efec-tuate pentru a elimina nestaționaritatea *(Gupta A.,*

Mehta V., 2023) iar în cazul nostru este 1, deoarece *operatorul de diferență* utilizat mai sus este de *ordinul 1*;

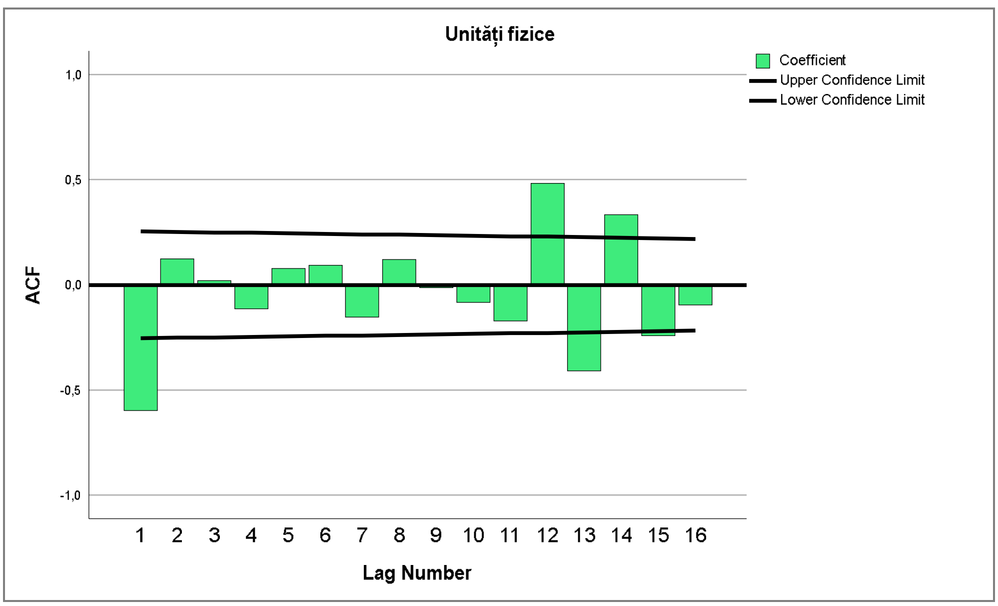
- parametrul **q** se referă la numărul de termeni de eroare din trecut utilizați de un model ARIMA atunci când facem predicții *(Gupta A., Mehta V., 2023)* și se poate determina cu ajutorul *corelogramei de autocorelație* (**Figura nr. 5**), unde observăm termenii care sunt semnificativ diferiți de zero;

Figura nr. 4. Transformare serie nestaționară în staționară de ordinul întâi



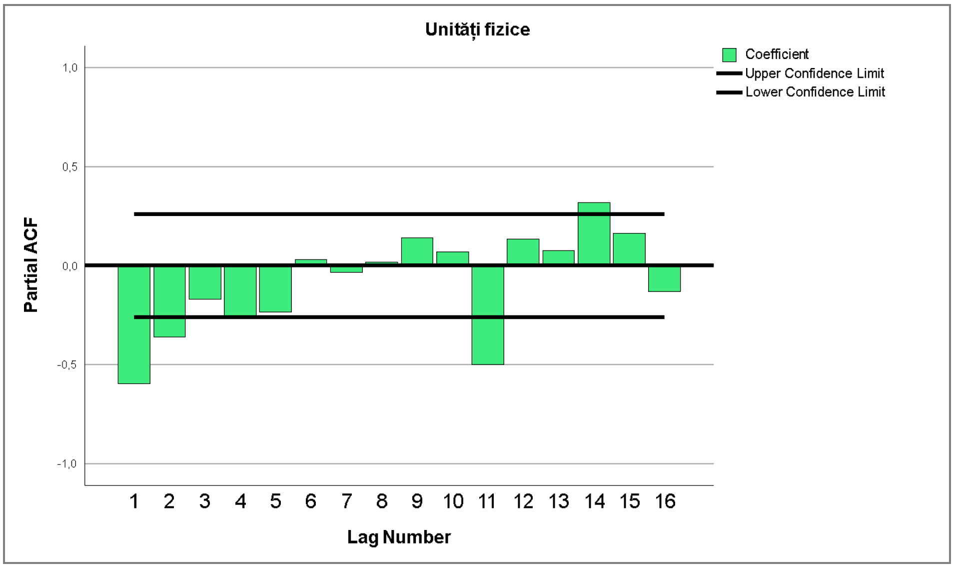
Sursa: prelucrare proprie în SPSS

Figura nr. 5. Corelograma autocorelației seriei transformate



Sursa: prelucrare proprie în SPSS

Figura nr. 6. Corelograma autocorelației parțiale seriei transformate



Sursa: prelucrare proprie în SPSS

Atunci când datele din model prezintă elemente de sezonalitate vorbim de un model **ARIMA sezonier**, denumit și **SARIMA**. Datele din model înregistrează sezonalitate în anumite perioade, atunci când sunt influențate de sărbătorile de sfârșit de an sau sărbătorile religioase (*Devianto D., et. al., 2024),* de perioadele de vacanță unde, de exemplu industria aeriană, înregistrează cereri mai mari *(Firat M., Kaplan Y.D., Sampli R., 2021).* Și vânzările din retail pot înregistra sezonalitate, cum ar fi industria alimentară din comerțul cu amănuntul *(Nari Sivanandam N. A., Ahrens D., 2015)* sau anumite echipamente care tind să aibă valori ridicate sau scăzute în timpul iernii, respectiv al verii *(Noureen S., Atique S., Roy V., Bayne S., 2019).*

Atunci când ARIMA încorporează, pe lângă sezonalitate, și variabile externe în model (factori exogeni), adică se includ informații externe precum vremea, cursul de schimb etc. *(Gupta A., Mehta V., 2023)*, vorbim de un model denumit *SARIMAX (Nari Sivanandam N. A., Ahrens D., 2015).*

La fel ca seriile temporale non-sezoniere, datele pot fi modelate și prognozate ca un proces ARIMA. Parametrii și modelul SARIMA se notează astfel *(Noureen S., Atique S., Roy V., Bayne S., 2019):*

ARIMA(p, d, q) (P, D, Q),

unde termenii p, d, q reprezintă componenta nesezonieră, iar termenii P, D, Q reprezintă componenta sezonieră a modelului.

În continuare putem reda corelograma autocorelației respectiv corelograma autocorelației parțiale seriei transformate (de ordin 1) SARIMA (**Figurile nr. 7** și **8**) pentru datele noastre, care au fost obținute cu ajutorul SPSS v30. Lag-urile corelogramelelor cu componenta sezonieră sunt prezentate cu o sezonalitate din 12 în 12 luni (12, 24, 36). Aceste grafice ne vor ajuta să determinăm parametrii modelului.

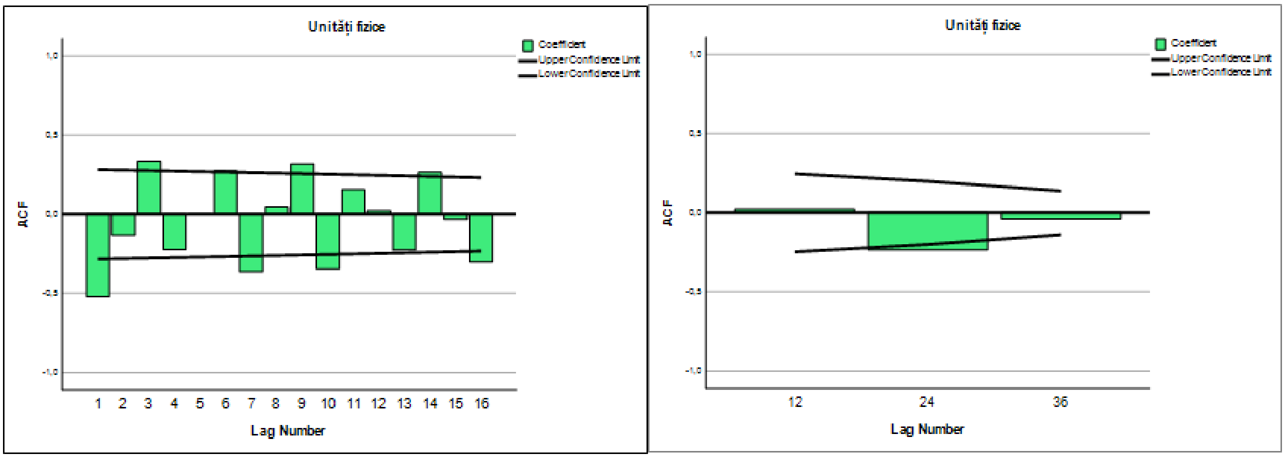
Modelarea mediei mobile (parametrul MA) poate ridica probleme în practică: în acest caz, autorul *Jemna D. (2009, p. 226)* prezintă soluția de a testa și utiliza doar parametrul AR – p în model. Vom ține și noi cont de această informație la testarea modelelor.

Avem acum toate informațiile necesare pentru a identifica și testa modelele ARIMA și SARIMA în SPSS.

Literatura de specialitate ne îndeamnă, pentru selectarea modelelor, să nu utilizăm doar corelogramele, ci și alte tehnici, care înlătură o parte din subiectivitate în interpretarea ACF și PACF, denumite ***criteriile informaţionale.*** Cele mai populare trei criterii sunt: criteriul informațional (AIC) al lui Akaike (1974), criteriul informațional bayesian (BIC) al lui Schwarz (1978) și criteriul Hannan-Quinn (HQIC), *(Brooks C., 2008, p. 232-*

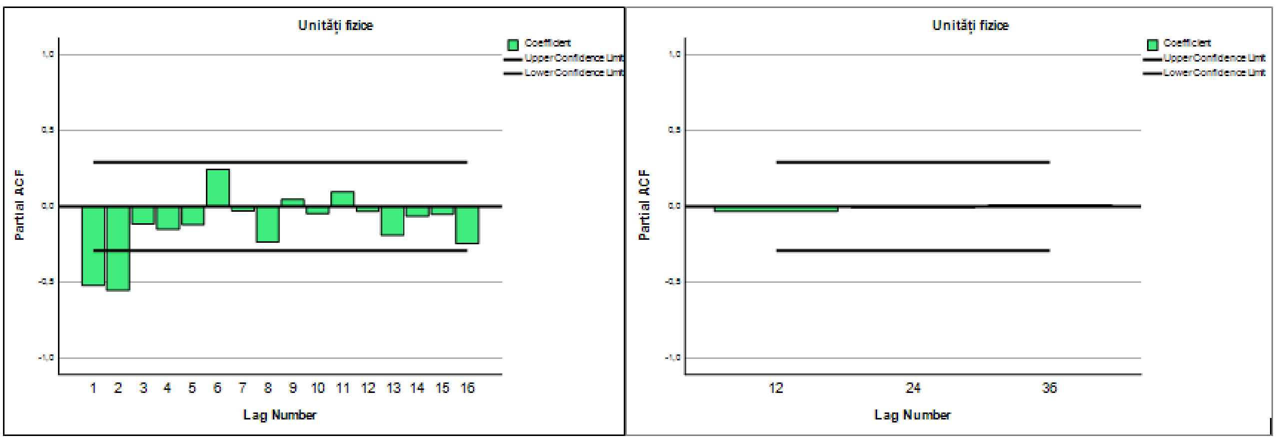
233). Cel mai mic criteriu (valoare) BIC/AIC este de preferat *(Tripti D., Shamshad A., Mohammad S., 2020).* SPSS ne oferă criteriul BIC pe care îl vom folosi și noi în analiza noastră.

Figura nr. 7. Corelogramele autocorelației seriei transformate (componenta nesezonieră și sezonieră)



Sursa: prelucrare proprie în SPSS

Figura nr. 8. Corelograma autocorelației parțiale seriei transformate (componenta nesezonieră și sezonieră)



Sursa: prelucrare proprie în SPSS

Pe lângă criteriile informaționale se pot utiliza ***indicatori de acuratețe*** (care măsoară valorile reale vs. cele previzionate), cum ar fi MAE (eroarea medie absolută), RMSE (eroare medie pătratică) și MAPE (procentajul mediu absolut al erorii); desigur indicatorul cu valorile cele mai mici poate reprezenta modelul cel mai potrivit *(Ho J.S., Zhang Y., 2022)*. Noi vom alege să utilizăm MAPE, care exprimă rezultatele în valori relative.

Formula de calcul este redată mai jos *(Sagaert Y. R., et. al, 2017):*

$$MAPE= \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{Y_{t+h}-Y'_{t+h}}{Yt+h}, \text{ unde}$$

Yt+h reprezintă datele reale (datele originale),

Y't+h sunt valorile prognozate.

În **Tabelul nr. 2** redăm modelele propuse, care sunt ordonate după indicatorul MAPE (Mean Absolute Percentage Error).

Tabelul nr. 2. Modele propuse ARIMA și SARIMA (ordonate după indicatorul MAPE)

Nr. crt	MODEL	MAPE (%)	BIC	R-squared	Coeficienții modelului (sig<0,05 pentru AR și MA)	Test Ljung-Box - staționaritatea erorilor (sig<0,05)	Observații - corelogramele erorilor modelului	Unități totale previzionate
0	-	*(3,2% - 5,6%)*	*(11,43 - 12,78)*	*(51% - 79%)*	-	-	-	*(69.758 - 74.775 buc.)*
1	SARIMA(2,1,3)(0,1,2)	3,202	11,571	0,675	nesemnificativi statistic	0,174	Erorile se află în interval	70.768
2	SARIMA(2,1,1)(0,1,2)	3,352	11,501	0,624	nesemnificativi statistic	0,089	Erorile se află în interval	71.811
3	SARIMA(1,1,3)(0,1,2)	3,451	11,656	0,606	nesemnificativi statistic	0,024	Erorile se află în interval	72.076
4	SARIMA(2,1,3)(0,1,0)	3,477	11,498	0,626	nesemnificativi statistic	0,34	Erorile se află în interval	70.127
5	SARIMA(2,1,1)(0,1,0)	3,579	11,442	0,593	**semnificativi statistic**	0,098	Erorile se află în interval	70.843
6	SARIMA(2,1,0)(0,1,2)	3,581	11,47	0,595	nesemnificativi statistic	0,006	Erorile se află în interval	70.907
7	SARIMA(1,1,3)(0,1,0)	3,631	11,572	0,552	nesemnificativi statistic	0,022	Erorile depășesc intervalul	70.665
8	SARIMA(1,1,1)(0,1,2)	3,635	11,527	0,572	nesemnificativi statistic	0,005	Erorile se află în interval	71.750
9	ARIMA(11,1,0)	3,71	12,134	0,784	nesemnificativi statistic	0,016	Erorile se află în interval	74.424
10	ARIMA(11,1,1)	3,741	12,718	0,793	nesemnificativi statistic	<,001	Erorile se află în interval	74.049
11	**SARIMA(2,1,0)(0,1,0)**	**3,793**	**11,445**	**0,513**	**semnificativi statistic**	**0,01**	**Erorile se află în interval**	**69.758**
12	ARIMA(2,1,12)	3,854	12,4	0,785	nesemnificativi statistic	<,001	Erorile se află în interval	71.926
13	SARIMA(1,1,1)(0,1,0)	3,872	11,433	0,519	nesemnificativi statistic	0,03	Erorile depășesc intervalul	70.341
14	ARIMA(2,1,14)	3,937	12,602	0,781	nesemnificativi statistic	<,001	Erorile depășesc intervalul	73.983
15	ARIMA(2,1,13)	4,218	12,702	0,735	nesemnificativi statistic	<,001	Erorile depășesc intervalul	73.119
16	ARIMA(2,1,1)	4,935	11,891	0,655	nesemnificativi statistic	<,001	Erorile depășesc intervalul	74.521
17	ARIMA(1,1,1)	4,946	11,807	0,654	nesemnificativi statistic	<,001	Erorile depășesc intervalul	74.520
18	**ARIMA(2,1,0)**	**5,363**	**11,962**	**0,596**	**semnificativi statistic**	**<,001**	**Erorile se află în interval**	**73.879**
19	ARIMA(1,1,0)	5,64	12,021	0,532	**semnificativi statistic**	<,001	Erorile depășesc intervalul	71.247

Sursa: prelucrare proprie

Observăm din **Tabelul nr. 2** faptul că pentru modelele analizate, MAPE are valorile cuprinse între 3,2% și 5,6%. Acest lucru reprezintă o precizie mare a prognozei modelelor (*Seval E., Nursel O., 2017)* așa cum putem observa din **Tabelul nr. 3**. La fel și valorile BIC sunt foarte apropiate între ele (11,43-12,78) iar R Squared (raportul de determinație care ne arată cât la sută din variația unităților fizice este influențată de variația variabilei timp) are valori cuprinse între 51% - 79%.

Tabelul nr. 3. Intervalele pentru MAPE și precizia previziunilor

Nr. crt.	Valori de referință - MAPE	Previziune
1	≤ 10%	Precizie mare
2	10% - 20%	Precizie bună
3	20% - 50%	Precizie fezabilă
4	≥50%	Precizie scăzută

Sursă: Seval E., Nursel O., 2017

După analiza indicatorilor, pentru alegerea modelului optim pentru previziune s-au luat în considerare mai multe criterii: coeficienții modelului (pentru un sig.<0,05 pentru AR și MA), rezultatele testului Ljung-Box privind staționaritatea erorilor modelului (pentru un sig.<0,05) precum și analiza reziduurilor (zgomotul alb) a corelogramelor; aceste informații ne ajută să validăm modelul final.

Din **Tabelul nr. 2** putem deduce faptul că doar modele aflate pe rândul 5, 11, 18 și 19 au coeficienții semnificativi statistic (sig.<0,05) pentru AR (p) sau MA (q). Restul modelelor care au coeficienții nesemnificativi statistic (sig.>0,05) nu mai pot fi luate în considerare pentru predicție.

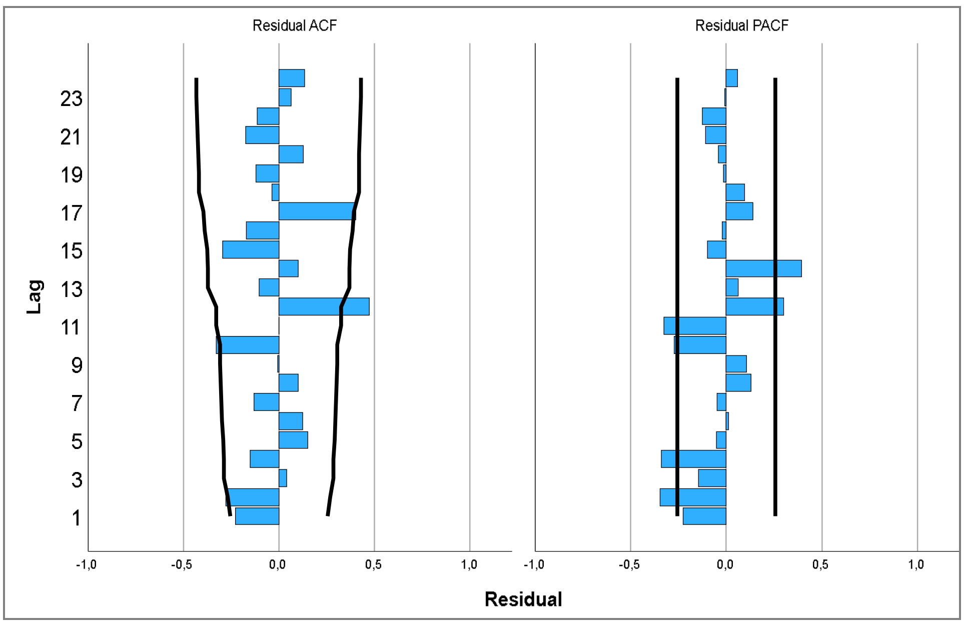
Procedăm mai departe cu analiza modelelor rămase, adică SARIMA(2,1,1)(0,1,0), SARIMA(2,1,0)(0,1,0), ARIMA(2,1,0) și ARIMA(1,1,0).

Modelul SARIMA(2,1,1)(0,1,0) aflat pe rândul 5 nu îndeplinește condiția privind staționaritatea erorilor modelului (sig.= 0,098 > 0,05), adică reziduurile sunt nestaționare.

SARIMA(2,1,0)(0,1,0) reprezintă un model ce poate fi utilizat (rândul 11), sig.= 0,01, adică erorile estimate ale modelului sunt staționare, iar conform reziduurilor corelogramelor, erorile se află în intervalul de încredere.

ARIMA(2,1,0) mai reprezintă un potențial model (rândul 18) cu un sig.<,001, adică erorile estimate ale modelului sunt staționare, iar reziduurile din corelograme se află în intervalul de încredere.

Figura nr. 9. Valorile reziduale pentru modelul ARIMA(1,1,0)



Sursa: prelucrare proprie în SPSS

Modelul ARIMA(1,1,0) aflat pe rândul 19, deși înregistrează un sig. <0,05, adică erorile estimate ale modelului sunt staționare, erorile corelogramelor depășesc intervalul de încredere, așa cum se poate observa din **Figura nr. 9**.

În final modelele SARIMA(2,1,0)(0,1,0) și ARIMA(2,1,0) îndeplinesc criteriile utilizate, însă pe care îl putem alege în final? Observăm din **Tabelul nr. 2** faptul că, deși se acceptă ipoteza de staționaritate a erorilor estimate pentru ambele modele, valoarea sig. este mai semnificativă pentru modelul ARIMA(2,1,0), adică sig.=<,001, comparativ cu SARIMA(2,1,0)(0,1,0) pentru care sig. este de 0,01.

Pe baza acestor argumente alegem modelul ARIMA(2,1,0) și mergem mai departe cu procesul de previziune.

Putem proceda acum la estimarea modelului ARIMA(2,1,0), prin intermediul programului SPSS v30, din meniul *Analyze, Forecasting, Create Traditional Models.*

Estimația parametrului autoregresiv este redată în **Tabelul nr. 4**. Observăm faptul că lag-ul 1 (adică variabila decalată utilizată drept predictor) este semnificativ pentru sig.= <,001 și lag-ul 2 este semnificativ pentru sig.= ,005.

Procedăm mai departe cu validarea modelului și verificăm ipotezele privind staționaritatea erorilor din model pentru un sig. <0,05.

H0: $\varepsilon \neq 0$, erorile estimate ale modelului sunt *ne*staționare

H1: $\varepsilon = 0$, erorile estimate ale modelului sunt staționare.

Conform testului Ljung-Box (din **Tabelul nr. 5**) rezultă că Sig este <,001, adică <0,05 ⟶ se respinge ipoteza H0 și se acceptă ipoteza H1, adică *se acceptă ipoteza de staționaritate a erorilor.*

Tabelul nr. 4. Parametrii modelului ARIMA (2,1,0)

ARIMA Model Parameters

					Estimate	SE	t	Sig.
Unități fizice-Model_1	Unități fizice	No Transformation	Constant		22,375	21,521	1,040	,303
			AR	Lag 1	-,815	,125	-6,538	<,001
				Lag 2	-,366	,125	-2,937	,005
			Difference		1			

Sursa: prelucrare în SPSS

Tabelul nr. 5. Model statistic ARIMA (2,1,0)

Model Description

			Model Type
Model ID	Unități fizice	Model_1	ARIMA(2,1,0)

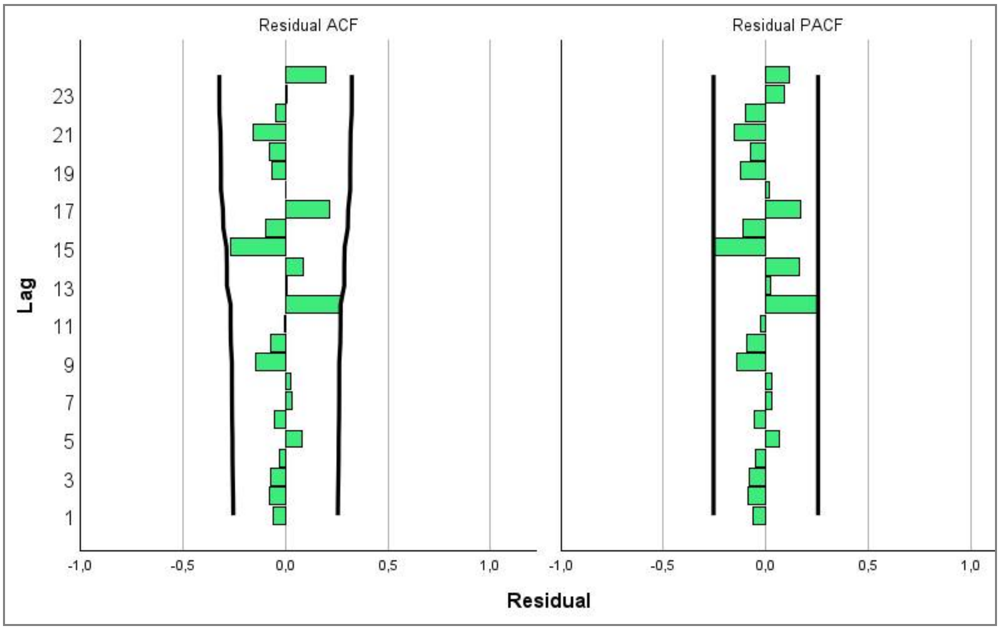
Model Statistics

Model	Model Fit statistics					Ljung-Box Q(18)			
	R-squared	RMSE	MAPE	MAE	Normalized BIC	Statistics	DF	Sig.	Number of Outliers
Unități fizice-Model_1	,596	356,799	5,363	293,430	11,962	64,230	16	<,001	<,001

Sursa: prelucrare în SPSS

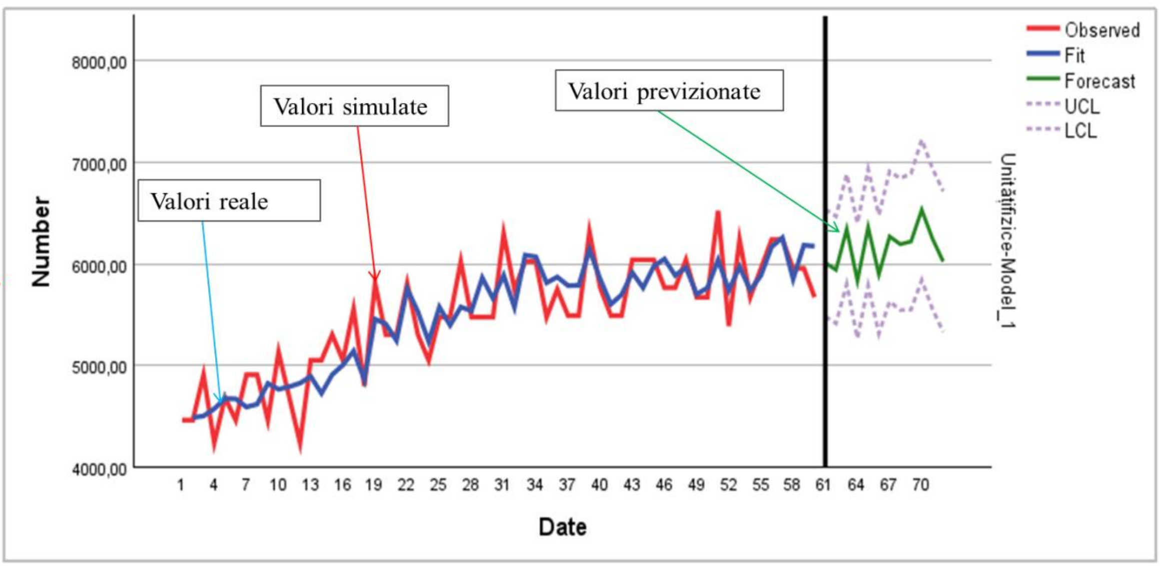
Acest lucru este confirmat și cu ajutorul *corelogramelor* din **Figura nr. 10**, unde erorile se află în limita intervalului și nu diferă semnificativ de zero. Practic, ceea ce rămâne în acest interval (valori reziduale) reprezintă *„zgomotul alb”,* cu media 0 și dispersia 0, adică acea parte care nu poate fi prezisă și reprezintă factori necunoscuți.

Figura nr. 10. Valorile reziduale a modelului



Sursa: prelucrare proprie în SPSS

Figura nr. 11. Valorile reale, simulate și previzionate de model



Sursa: prelucrare proprie pe baza graficului obținut cu ajutorul SPSS

Conform rezultatelor prezentate în **Tabelul nr. 5** mai putem afirma faptul că 59,6% din variația volumelor de vânzări este influențată de variația variabilei timp.

În **Figura nr. 11** observăm valorile realizate ale seriei de date, valorile simulate de model precum și valorile previzionate care păstrează o tendință crescătoare.

Tabelul nr. 6. Valori previzionate pentru anul 2024 precum și valorile limitelor inferioare și superioare

YEAR_	MONTH_	DATE_	Predicted_Unitățifizice_Model_1	LCL_Unitățifizice_Model_1	UCL_Unitățifizice_Model_1
2024	1	JAN 2024	6010	5483	6538
2024	2	FEB 2024	5943	5416	6469
2024	3	MAR 2024	6342	5800	6883
2024	4	APR 2024	5835	5268	6401
2024	5	MAY 2024	6361	5788	6933
2024	6	JUN 2024	5898	5315	6481
2024	7	JUL 2024	6271	5631	6910
2024	8	AUG 2024	6194	5546	6842
2024	9	SEP 2024	6221	5550	6891
2024	10	OCT 2024	6532	5841	7224
2024	11	NOV 2024	6248	5557	6940
2024	12	DEC 2024	6024	5332	6715
TOTAL			**73.879**	**66.528**	**81.229**

Sursa: date obținute în SPSS

Tabelul nr. 7. Bugetul de vânzări previzionat pentru anul 2024 (volume și venituri)

Buget 2024	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Total 2024
Unități previzionate	6.010	5.943	6.342	5.835	6.361	5.898	6.271	6.194	6.221	6.532	6.248	6.024	**73.879**
Venituri previzionate	2.939.812 €	2.907.039 €	3.102.211 €	2.854.211 €	3.111.505 €	2.885.027 €	3.067.481 €	3.029.817 €	3.043.024 €	3.195.150 €	3.056.231 €	2.946.661 €	**36.138.170 €**

Sursa: prelucrare proprie

În **Tabelul nr. 6** redăm valorile obținute pe fiecare lună a anului 2024, precum și valorile încadrate în intervalul de încredere.

Volumele sunt apoi înmulțite cu prețul de vânzare și obținem, astfel, veniturile planificate din buget (**Tabelul nr. 7**).

4. Concluzii

Bugetul reprezintă instrumentul fundamental de planificare pe termen scurt (de obicei 1 an), orientat spre o gestiune previzională profitabilă. Obiectivele din buget trebuie să corespundă strategiei definite la nivelul entității traduse prin plan *(Caraiani C., 2010, p. 37).*

Previziunea reprezintă baza de pornire a bugetării. Astfel, a bugeta înseamnă a prevedea și a decide, iar a previziona înseamnă a cunoaște înainte de a acționa (*Badea F., Dobrin C., 2006, p. 71 și 81).* Drept urmare în acest studiu ne-am propus să proiectăm bugetul de venituri plecând de la datele istorice ale unei companii din domeniul producției, ce privesc perioada 2019-2023, predicțiile realizându-se pentru anul 2024.

Cum putem obține previziunile? Cu ajutorul modelelor de previziune. Cele mai cunoscute și utilizate modele sunt: modelul seriilor de timp, cum ar fi exponential smoothing (netezire exponențială) și modelul ARIMA, modelul cauză-efect bazat pe relația dintre variabile independente (driver) și dependente și în final modelul critic utilizat atunci când nu avem date anterioare cu care putem lucra.

Pentru realizarea predicțiilor s-a utilizat modelul seriilor de timp ARIMA, iar primul pas a constat în transformarea seriei de date din nestaționară în staționară. Dacă lucrăm cu o serie nestaționară, există riscul apariției fenomenului de corelație artificială între variabile, adică nu există concret o legătură între acestea *(Jemna D., 2009, p. 209-210).* Pe baza corelogramelor autocorelației și autocorelației parțiale s-au identificat modele potențiale

ARIMA și SARIMA (ARIMA sezonier) care au fost apoi testate (cu ajutorul programului SPSS v30) și validate după mai multe criterii, cum ar fi indicatori de acuratețe (MAPE - eroarea medie absolută), criteriile informaţionale (BIC - criteriul informațional bayesian), testul Ljung-Box privind staționaritatea erorilor (pentru sig<0,05) și analiza reziduurilor corelogramelor (zgomotul alb). În final s-a validat modelul de tip ARIMA(2,1,0) care a previzionat un total de 73.879 unități fizice pentru anul 2024.

Volumele au fost apoi înmulțite cu prețul de vânzare și s-au obținut veniturile planificate. Acest model ne arată o creștere a unităților față de perioada 2019-2023, semn favorabil pentru companie în ceea ce privește creșterea veniturilor. Bineînțeles, acest lucru duce și la costuri mai mari cu producția, iar managementul trebuie să aibă în vedere un control și o gestiune asupra costurile directe.

Limitele studiului pot fi reprezentate de accesul limitat la date și informații cu privire

la practicile bugetare și obiectivele pe termen scurt ale companiei în cauză. Accesul restricționat la tot ce ține de planul strategic și strategiile companiei pentru următorii ani ar fi putut contribui și mai bine la proiectarea bugetului de venituri pentru anul 2024. O altă limitare face referire la metodă, mai concret variabila independentă este reprezentată doar de factorul timp și nu s-au inclus în model alte variabile care pot influența vânzările în viitor.

În lucrarea de față pentru predicția bugetului de venituri s-au utilizat seriile de timp bazate pe modelul ARIMA. Previziunile se pot realiza, însă, și prin intermediul altor abordări statistice, care nu au fost utilizate, cum ar fi seriile de timp prin modelul numit exponential smoothing (netezire exponențială), care are rolul de a reduce decalajul dintre previziune și cerere în cazul schimbărilor neașteptate, RNN (rețele neuronale recurente) sau modelarea seriei pe trend (predicții realizate cu ajutorul analizei de regresie). Dacă se pot încorpora într-un model ARIMA aspecte privind sezonalitatea și influența factorilor exogeni se poate dezvolta modelul denumit SARIMAX. Mai mult decât atât, se poate înlocui variabila timp cu alte variabile independente (atât interne, cât și externe companiei) care pot influența vânzările, cum ar fi nivelul veniturilor consumatorilor, nivelul inflației, structura populației, prețul produselor pe piață, bugetul publicității, informații despre competiție etc.

Bibliografie

1. Anghelache C., Manole A. (2012) Seriile dinamice / cronologice (de timp) - prezentare teoretică, structură, relațiile dintre indici, *Romanian Statistical Review* nr. 10
2. Badea F., Dobrin C. (2006) Gestiunea Bugetară a sistemelor de producție, *Ed. Economică*, București
3. Brooks C. (2008) Introductory Econometrics for Finance, second ediction, *Cambridge University Press*, New York
4. Budugan D. (2001) Contabilitate și Control de Gestiune, *Ed. Sedcom Libris*, Iași
5. Caraiani C., Dumitrana M., Dascălu C., Dumitru M., Glăvan M., Lungu C., Calu D., Jinga G., Gușe R., Jianu I., Vulpoi M. (2010) Control de Gestiune, *Ed. Universitară*, București
6. Cărbunaru B.A. (2013) Băcescu Condruz M., Metode utilizate în analiza variaţiilor sezoniere a seriilor cronologice, *Revista Română de Statistică*, nr. 3
7. Chorafas D. N. (2006) IFRS, Fair Value and Corporate Governance, *Ed. Elsevier*, Oxford
8. Devianto D., Permana D., Arif E., Afrimayani A., Yanuar Y., Maiyastri M., Yollanda *M.* (2024) An innovative model for capturing seasonal patterns of train passenger movement using exogenous variables and fuzzy time series, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* , no.10
9. Firat M., Kaplan Y.D., Sampli R. (2021) Forecasting Air Travel Demand for Selected Destinations Using Machine Learning Methods, *Journal of Universal Computer Science*, vol. 27, no. 6 (2021), 564-581
10. Gupta A., Mehta V. (2023) Time Series based Predictive Model for Analysing the Health of Power transformer, *International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application (ICIDCA)*, Uttarakhand, India, 2023, pp. 1006-1013, doi: 10.1109/ICIDCA56705.2023.10099709
11. Guță A.J, Catrina I. (2020) Forecast activity in the context of the dynamics of economic and social processes and phenomena, *Annals of the University of Petroşani, Economics*, 20(1), 115-124
12. Ho J.S., Zhang Y. (2022) Forecasting Road Traffic Fatalities in Malaysia Using Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) Model, *Journal of Science and Technology*, DOI: 10.47836/pjst.30.2.03
13. Horvath P., Binder B.C.K, Currle M., Esser J., Gerdes S., Graf J., Greiner O., Grunebaum D., Heinzelmann M., Hofmann., Hohner M.A., Kammler-Burrak A., Leyk J., Link M., Muller M., Sasse A., Scheffner J., Schmidt H. (2009) Controlling - Sisteme eficiente de creștere a performanței firmei, Ed. a II-a, *Ed. C.H. Beck*, București

14. Jain L.D.C, Malehorn J. (2006) Benchmarking: Forecasting Practices: A Guide to Improving Forecasting Performance*, Ed. Graceway Publishing Company, NW*
15. Jemna D. (2009) Econometrie*, Ed. Sedcom Libris*, Iași
16. Libby T., Lindsay R.M. (2010) Beyond Budgeting or Budgeting Reconsidered? A Survey of North-American Budgeting Practice*, Management Accounting Research*, 21, 56-75. http://dx.doi.org/10.1016/j.mar.2009.10.003
17. Nica P., Iftimescu A. (2008) Management. Concepte și Aplicații, *Ed. Sedcom Libris*, Iași
18. Noureen S., Atique S., Roy V., Bayne S. (2019) Analysis and application of seasonal ARIMA model in Energy Demand Forecasting: A case study of small scale agricultural load, *IEEE 62nd International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)*, Dallas, TX, USA, pp. 521-524, doi: 10.1109/MWSCAS.2019.8885349
19. Rachlin R. (2007) Sistemul complet de bugete ale firmei*, Ed. BMT Publishing House*, București
20. Sagaert Y.R., Aghezzaf EL-H., Kourentzes N., Desmet B. (2017) Tactical sales forecasting using a very large set of macroeconomic indicators*, European Journal of Operational Research*
21. Seval E., Nursel O. (2017) Grey modelling based forecasting system for return flow of end-of-life vehicles*, Technological Forecasting & Social Change* 115, pp. 155–166
22. Sivanandam N. A., Ahrens D. (2015) A Hybrid Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average and Quantile Regression for Daily Food Sales Forecasting, *Intern. Journal of Production Economics*, http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.09.039
23. Tripti D., Shamshad A., Mohammad S. (2020) Time series analysis of climate variables using seasonal ARIMA approach, *J Earth Syst Sci* 129, 149, https://doi.org/10.1007/s12040-020-01408-x
24. Zamfir M. (2017) Controlul de gestiune prin sistemul de bugete*, Ed. Pro Universitaria*, București
25. Zhao L., Mbachu J., Zhang H. (2019) Forecasting residential building costs in New Zealand using a univariate approach, *International Journal of Engineering Business Management*, Volume 11: 1–13, https://doi.org/10.1177/184797901988006.

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *90-101*
ISSN on-line: 1844-8801

Lucrare prezentată la cel de-al IX-lea Congres al profesiei de auditor financiar din România

Inovație în afaceri prin inteligența artificială generativă: o analiză de brevete

Lect. univ. dr. Sînziana-Maria RÎNDAȘU,
Academia de Studii Economice din București,
e-mail: sinziana.rindasu@cig.ase.ro

Eliza BABA, masterand,
Academia de Studii Economice din București,
e-mail: babaeliza21@stud.ase.ro

Prof. univ. dr. habil. Ofelia-Ema ALECA,
Academia de Studii Economice din București,
e-mail: ofelia.aleca@cig.ase.ro

Rezumat

Inteligența artificială generativă (GenAI) are potențialul de a contribui la reconfigurarea proceselor și creșterea gradului de inovare în mediul de afaceri. Cu toate acestea, cercetările curente evidențiază că aplicațiile comerciale bazate pe GenAI sunt încă într-o etapă emergentă, impactul acestora nefiind încă pe deplin înțeles. Pentru a aborda acest decalaj, prezentul studiu are scopul de a examina principalele activități și industrii în cadrul cărora GenAI poate contribui la creșterea gradului de inovare. Pentru atingerea acestui obiectiv, abordarea metodologică adoptată este mixtă, plecând de la o serie de analize cantitative bazate pe extragerea de date prin tehnici automatizate și continuând cu o analiză de conținut menită să contribuie la crearea unui cadru de oportunități de inovare în mediul de afaceri. Setul de date utilizat pentru realizarea acestui studiu este reprezentat de 96 de brevete colectate din cadrul registrului Espacenet, publicate în perioada 2023-2025 în cadrul clasificării G06Q. Rezultatele cercetării evidențiază un cadru extins de aplicații din sfera GenAI, organizate în șase categorii, ce pot fi utilizate cu succes pentru creșterea gradului de inovare în procesele de afaceri. Se observă preponderent o concentrare a invențiilor pe soluții de personalizare și automatizare, dar pot fi remarcate și trenduri emergente în industrii precum educație, sănătate, servicii financiar-bancare și energie. Astfel, studiul reușește să reducă decalajul identificat în literatura de specialitate, având o contribuție semnificativă în punerea bazelor pentru următoarele cercetări axate pe inovația în afaceri prin intermediul soluțiilor axate pe GenAI.

Cuvinte cheie: *Inteligența Artificială Generativă (GenAI); inovație; personalizare; mediul de afaceri; brevete;*

Clasificarea JEL: *M15, M21, O31*

Vă rugăm să citaţi acest articol astfel:
Rîndașu, S.-M., Baba, E., Aleca, O.-E. (2026), Business Innovation through Generative Artificial Intelligence: A Patent Analysis, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.203-214, DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/006

Link permanent pentru acest document:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/006
Data primirii articolului: 31.07.2025
Data revizuirii: 28.08.2025
Data acceptării: 15.01.2026

Introducere

Istoric, utilizarea soluțiilor bazate pe inteligența artificială (AI) în cadrul proceselor de afaceri a generat progrese semnificative în procesarea datelor și inovarea tehnologică (Aagaard & Tucci, 2024), fiind recunoscută ca o tehnologie cu un potențial disruptiv și o aplicabilitate extinsă în majoritatea industriilor (Brynjolfsson și McAfee, 2017). Acest potențial disruptiv a culminat cu dezvoltarea recentă a inteligenței artificiale generative (GenAI), asociată preponderent cu lansarea ChatGPT ce avea la bază transformatorul generativ pre-antrenat (GPT3) de către OpenAI în 2022 (Wu et al., 2023). Astfel, apariția GenAI contribuie la conturarea a noi orizonturi pentru inovație în cadrul mediului de afaceri, axate în special pe creșterea nivelului de personalizare a produselor și serviciilor (Abrokwah-Larbi, 2023), concept regăsit în literatura de specializate sub denumirea de hiper-personalizare (Peter et al., 2025; Rusiñol, 2023). Alte aplicații fac referire la procese de dezvoltare a produselor noi (Piller et al., 2024), managementul deciziilor (Zhang și Zhang, 2025), agilitatea strategică (Fosso Wamba, 2025), inclusiv creșterea capacității organizațiilor de a contribui la atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă (Eisenreich et al., 2024).

Progresul recent al GenAI și versatilitatea tehnologiei în inovarea proceselor de afaceri generează astfel presiuni asupra organizațiilor care încearcă să-și mențină competitivitatea și să profite de beneficiile asociate pentru îmbunătățirea performanțelor companiilor (Ye et al., 2024). Cu toate acestea, studiile recente evidențiază că multe dintre companii adoptă soluțiile bazate pe GenAI, într-un context incert, atât din cauză că tehnologia este încă într-o etapă emergentă (Mariani și Dwivedi, 2024), dar și ca urmare a faptului că cercetările axate pe capacitatea de inovație rămân în mare parte preponderent teoretice (Kanbach et al., 2023).

Deși studiile anterioare au oferit perspective valoroase asupra relației dintre GenAI și inovația în afaceri, abordările metodologice utilizate de către cercetători rămân adesea limitate la cadre teoretice, fără a depăși granițele prin explorări empirice mai variate și riguroase. Studiile calitative au adesea la bază diverse cadre teoretice sau se bazează pe opinia practicienilor la nivel național sau în cadrul unui anumit sector sau al unei organizații (Cimino et al., 2024; Ochieng et al., 2024; Russo, 2024; Wang și Zhang, 2024), iar în cadrul cercetărilor calitative, majoritatea bazate pe interviuri (Ferraro et al., 2024; Roberts și Candi, 2024; Talaei-Khoei et al., 2024), apar limitări referitoare la dimensiunea eșantionului și a strategiilor de eșantionare. Prin urmare, se poate identifica un decalaj între relația teoretică dintre GenAI - inovarea în mediul de afaceri și oportunitățile concrete. Astfel, scopul prezentului studiu este de a reduce acest decalaj prin identificarea unui cadru de aplicații adecvate mediului de afaceri în procesele de inovare. Pentru îndeplinirea acestui obiectiv, sursa de date utilizată este reprezentată de un set de brevete din sfera GenAI axate pe oportunități pentru mediul de afaceri, colectate din cadrul bazei de date European Patent Office (Espacenet). Astfel, prin utilizarea acestei surse de date viabile ce permite cercetătorilor să surprindă inițiativele inovatoare din sfera aplicațiilor bazate pe GenAI, cercetarea propusă oferă o perspectivă valoroasă asupra dinamicii inovației în contextul actual al economiei digitale.

Prezenta lucrare este structurată în patru secţiuni. Prima parte analizează literatura de specialitate cu privire la capacitatea de inovație a soluțiilor GenAI în diverse industrii, urmată apoi de descrierea cadrului metodologic de cercetare. Cea de-a treia secţiune prezintă rezultatele analizelor efectuate şi discută despre cadrul de oportunități construit pe baza datelor colectate. În final sunt prezentate concluziile, limitele şi direcțiile viitoare de cercetare.

Recenzia literaturii de specialitate

Explorând impactul multifațetat al utilizării soluțiilor din sfera GenAI în cadrul proceselor organizaționale de inovație, Kanbach et al. (2023) susțin că această tehnologie echilibrează condițiile de concurență prin furnizarea de acces la expertiză, tehnologie și resurse și reușește să influențeze majoritatea modelelor de afaceri, ca urmare a abilităților de a combina gândirea creativă și cunoștințele factuale. Totuși, capacitatea de inovare a soluțiilor bazate pe GenAI pare a fi în strânsă legătură cu nivelul de încredere așteptat și tipul de model utilizat. În acest context, Piller et al. (2024) propun un instrument decizional pe baza acestor factori, evidențiind existența a patru categorii: (1) modele generale cu date publice destinate pentru conceperea de idei noi ce necesită un grad scăzut de încredere, asociate aplicațiilor comerciale populare, (2) modele expert antrenate pe baza datelor specifice domeniului, dar care au tot un nivel de încredere redus, (3) modele expert cu capacități distincte pentru rezolvarea problemelor de natură tehnică, precum inginerie și proiectare, care necesită un grad de încredere crescut și (4) modele generale cu date proprietare pentru evaluare și planificare. Astfel, companiile, în funcție de nevoile organizaționale și specificul activităților, trebuie să acorde o importanță deosebită diverselor modele pentru a răspunde adecvat cerințelor de inovare.

Capacitatea soluțiilor GenAI pentru a genera hiperpersonalizare este aplicabilă în numeroase industrii precum marketing, jurnalism, comerț electronic, servicii financiare, dar și servicii medicale și educație (Furey et al., 2024; Møller et al., 2025; Rajenthran, 2024; Usmonov, 2025; Yusuf et al., 2024; Westerbeek, 2025). Prin adaptarea conținutului, produsului sau serviciului la preferințele utilizatorului se evidențiază o creștere a gradului de loialitate, îmbunătățirea experienței și optimizarea proceselor. Din punct de vedere al aplicabilității soluțiilor bazate pe GenAI ca instrument inovator în dezvoltarea de produse noi, studiile recente accentuează beneficii în facilitarea proceselor creative (Jetter et al., 2024), dar și în accelerarea ciclurilor de dezvoltare a produselor și stimularea inovației în majoritatea industriilor (Witkowski & Wodecki, 2025).

Pe lângă aplicațiile ce au ca scop dezvoltarea sau îmbunătățirea produselor și serviciilor oferite, GenAI poate contribui semnificativ și în procesele decizionale și stabilirea de noi strategii, în cazul colaborărilor de tipul om - inteligență artificială. Astfel, combinarea principalelor capabilități ale GenAI cu expertiza umană poate spori acuratețea și eficiența procesului de luare a deciziilor strategice (López-Solís et al., 2025), în special în cazul practicienilor care manifestă o orientare puternică spre inovare și un nivel crescut de creativitate (Cimino et al., 2024).

Legătura dintre GenAI și inovațiile ecologice, menite să sprijine inițiativele organizaționale de atingere a obiectivelor de dezvoltare durabilă, reprezintă de asemenea un subiect de interes. Datorită posibilității de a valorifica seturi mari de date în timp real, GenAI permite organizațiilor să anticipeze viitoarele provocări în materie de sustenabilitate și să-și optimizeze resursele în dezvoltarea de produse (Abdulmuhsin et al., 2025). Totodată, această tehnologie poate fi utilizată și pentru inovarea durabilă a modelelor de afaceri atât în cadrul sistemelor de producție (Hou et al., 2025; Wang & Zhang, 2025), dar și în sfera serviciilor, unde poate facilita dezvoltarea de practici sustenabile (Huy et al., 2025).

Având ca bază informațiile furnizate de literatura de specialitate relevantă și ținând cont de lacunele existente, prezentul studiu își propune să răspundă la următoarele întrebări de cercetare, cu scopul de a defini un cadru de aplicații practice relevante pentru mediul de afaceri, pe baza unui set de brevete:

RQ1. *În ce activități și industrii se regăsesc cu precădere aplicațiile bazate pe inteligența artificială generativă care contribuie la procesul de inovare în mediul de afaceri?*

RQ2. *Ce tipuri de inovații sunt promovate prin intermediul tehnologiilor GenAI, conform brevetelor analizate?*

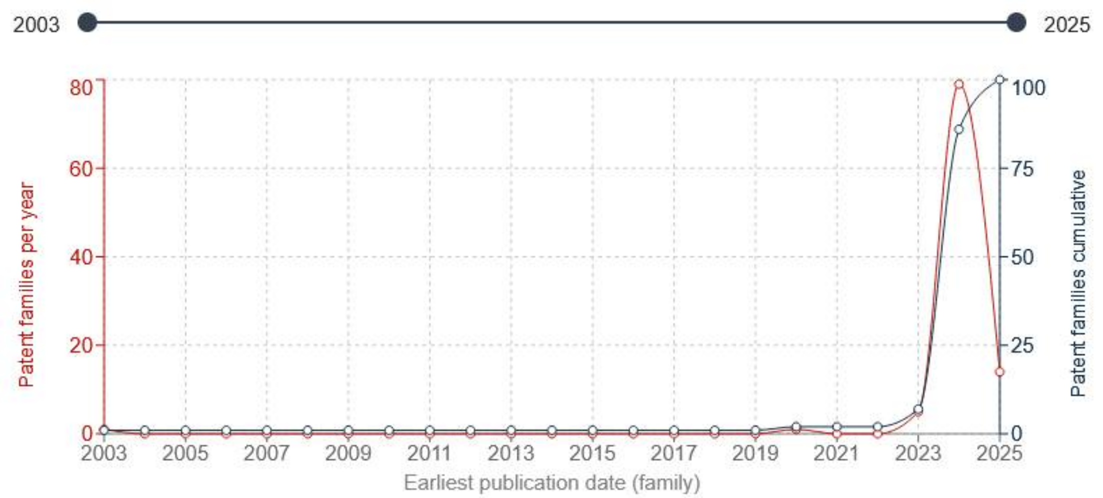
Metodologia cercetării

Pentru a putea răspunde la întrebările de cercetare propuse, prezentul studiu adoptă o metodologie mixtă, prin utilizarea de tehnici cantitative de analiză a datelor și a unei analize calitative de conținut asupra unui set de brevete din sfera GenAI. Motivația alegerii brevetelor ca sursă de date pentru a examina industriile în care această tehnologie are aplicabilitate în procesul de inovare, dar și pentru definirea unui cadru de aplicații adecvate mediului de afaceri este dată de faptul că astfel de date constituie o sursă fiabilă de analiză a evoluției tendințelor din diverse domenii și care prezintă potențial economic (Wustmans et al., 2021; Yuan & Cai, 2021).

Setul de date a fost preluat de la Oficiul European de Brevete (EPO), baza de date Espacenet, ce conține brevete din peste 70 de țări, fiind renumită pentru cantitatea de date disponibile (Da Silva et al., 2024) și sistemul de clasificare ce îmbunătățește capacitatea filtrării datelor. Procesul de colectare a datelor a implicat identificarea invențiilor care includ „generative artificial intelligence” în titlu sau rezumat, urmat de restrângerea căutării la brevetele incluse în categoria CPC G06Q, indicând tehnologii și sisteme ale informației și comunicațiilor adaptate în mod special pentru scopuri administrative, comerciale, financiare sau de supraveghere. Căutarea a fost efectuată la 2 martie 2025 și a returnat 100 de rezultate, înregistrate între anii 2003 și 2025 (**Figura nr. 1**).

Procesul de analiză a datelor a presupus examinarea completă a rezumatului, descrierii și revendicărilor invențiilor, extrase manual din baza de date. Scopul acestei abordări a fost de a exclude brevetele care utilizau marginal inteligența artificială generativă. De asemenea, în această etapă au fost excluse brevetele similare depuse de o companie (2 brevete), dar și cele care nu făceau parte din scopul cercetării (1 brevet). De asemenea, cu toate că în perioada analizată a existat și o invenție publicată în 2003 ce făcea referire la o metodă de evaluare automată a proprietăților, aceasta a fost exclusă din setul de date ca urmare a lipsei de aliniere cu definiția actuală a GenAI, precum și cu contextul temporal semnificativ diferit de restul brevetelor analizate. Astfel, setul de date utilizat pentru acest studiu a cuprins 96 de elemente. O centralizare a invențiilor analizate în cadrul subgrupurilor categoriei G06Q este prezentată în **Tabelul nr. 1**.

Figura nr. 1. Publicări anuale ale brevetelor



Sursa: Espacenet

Tabelul nr. 1. Clasificări ale brevetelor

Subcategorie G06Q	Denumire subcategorie	Nr. brevete
G06Q 10	Administrație și management	25
G06Q 20	Arhitecturi, scheme sau protocoale de plată	7
G06Q 30	Comerț	37
G06Q 40	Finanțe, asigurări, strategii fiscale, procesarea impozitelor pe profit sau pe venit	12
G06Q 50	Tehnologia informației și comunicațiilor special adaptată pentru implementarea proceselor de afaceri din sectoare specifice	20

Notă: un brevet poate să fie alocat în mai mult de o subcategorie

Sursa: prelucrările autorilor

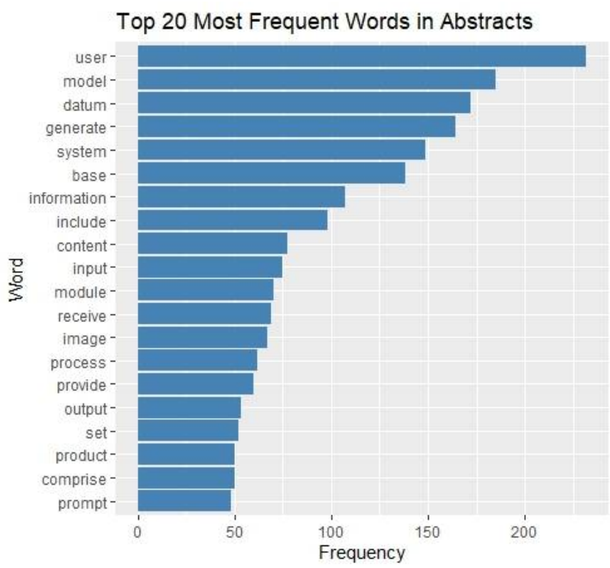
Un prim pas în analiza datelor a fost reprezentat de utilizarea unei tehnici automatizate de analiză cantitativă a informațiilor din cadrul rezumatelor brevetelor prin intermediul RStudio IDE, un mediu de dezvoltare integrat pentru limbajul de programare R, folosind diferite pachete specifice de extragere de text, ulterior preprocesării textului. Prelucrarea inițială a datelor a presupus tokenizarea cuvintelor, eliminarea semnelor de punctuație și conversia automată a cuvintelor în minuscule, eliminarea cuvintelor de tip „stop words” și a cuvintelor specifice domeniului, care ar fi condus la mascarea unor alți termeni relevanți. Scopul utilizării acelor tehnici cantitative a fost de a evidenția subiecte neprevăzute, care apar doar atunci când sunt examinate modelele de co-ocurență. În completare, analiza de conținut, realizată urmând abordarea metodologică propusă de Forman și Damschroder (2007), a avut rolul de a permite examinarea în profunzime a invențiilor pentru construirea cadrului de aplicații inovatoare.

Rezultate obținute

Explorarea textuală automatizată a datelor

O primă analiză automatizată a datelor a fost reprezentată de identificarea celor mai frecvente cuvinte cheie din cadrul rezumatelor celor 96 de brevete analizate. După cum se poate observa în **Figura nr. 2**, preponderența termenului *utilizator* sugerează o orientare accentuată către aplicațiile axate pe interfața cu utilizator, personalizarea și gestionarea interacțiunilor. Regăsim aici și termeni specifici asociați cu soluțiile bazate pe GenAI precum *model*, *generate*, *content* și *prompt*, care evidențiază relevanța setului de date în relație cu obiectivul de cercetare, dar și alți termeni specifici în descrierea brevetelor, precum *datum*, *model* și *system*. Un rezultat suprinzător este determinat de utilizarea frecventă a cuvântului *image* ce indică faptul că o parte semnificativă dintre brevetele analizate implică preprocesarea sau generarea de conținut vizual, reliefând creșterea gradului de popularizare a modelelor multimodale. Astfel, această analiză inițială confirmă existența unei baze solide pentru identificarea principalelor direcții de inovare în domeniul GenAI.

Figura nr. 2. Cei mai frecvenți termeni utilizați în cadrul rezumatelor brevetelor



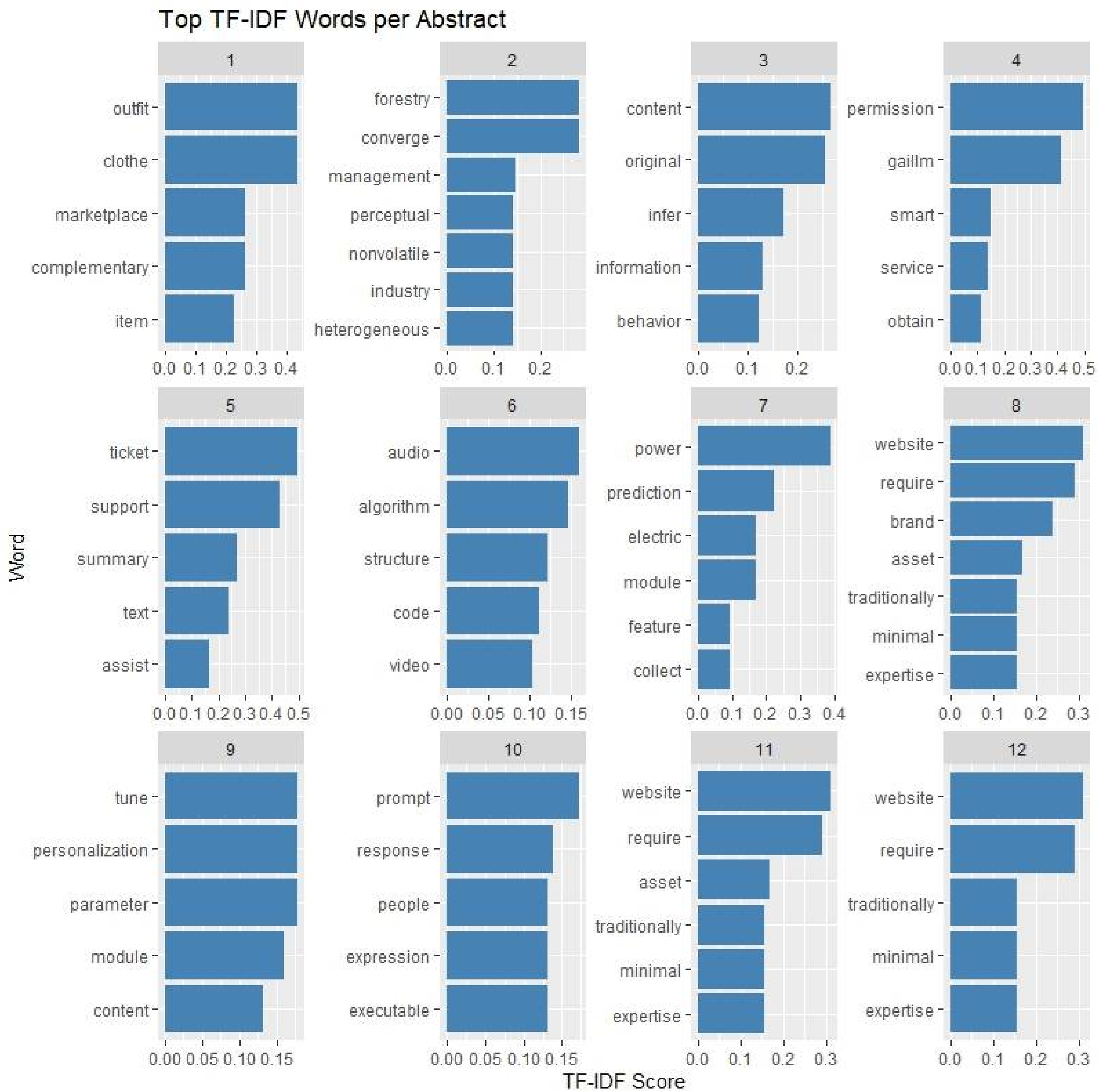
Sursa: prelucrările autorilor

Pe lângă analiza de frecvență a cuvintelor, a fost aplicată și o metodă de tip TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency), care permite identificarea cuvintelor cu relevanță ridicată în cadrul fiecărui rezumat, dar cu apariție redusă în restul corpusului, evidențiind astfel termenii cei mai reprezentativi pentru fiecare invenție în parte. Dat fiind numărul relativ mare de brevete analizate, pentru a evidenția diversitatea temelor prezentăm în cadrul acestei secțiuni doar rezultatele aferente primelor 12 invenții (**Figura nr. 3**). După cum se poate observa, termenii extrași prin intermediul analizei variază semnificativ de la un brevet la altul, rezultat ce reflectă diversitatea tematică a aplicațiilor care au la bază tehnologia GenAI. De exemplu, în cazul primei invenții, termeni precum *outfit, clothe* și *marketplace* indică o direcție clară către domeniul modei și comerțului electronic, în timp ce în cadrul celui de-al doilea brevet sunt evidențiați termeni tehnici precum *forestry* sau *nonvolatile*, ceea ce sugerează aplicații în sectoare industriale sau de gestionare a resurselor. Alte brevete (precum 5 și 10) includ termeni precum *ticket*, *support, assist*, respectiv *prompt* și *response*, ceea ce sugerează soluții axate pe asistență automată, chatboturi sau sisteme conversaționale inteligente. În același timp, brevete precum 7 și 8 ce includ termeni precum *power, prediction, electric,* respectiv *website, brand* și *minimal*, indică direcții de inovare în predicția consumului energetic, respectiv optimizarea platformelor digitale și experiența utilizatorului.

Pentru a veni în completarea perspectivelor oferite de analiza frecvenței termenilor și a scorurilor TF-IDF, a fost realizată și o rețea bigram (**Figura nr. 4**), care evidențiază asocierile directe dintre termenii utilizați în cadrul abstractelor. Dacă TF-IDF a permis identificarea celor mai reprezentativi termeni la nivel individual pentru fiecare rezumat, analiza de tip bigram permite examinarea în profunzime a asocierilor recurente dintre cuvinte și a modului în care conceptele sunt corelate în mod natural în cadrul discursului tehnic. Astfel, această abordare contribuie la conturarea unor structuri tematice mai complexe, facilitând înțelegerea contextului în care termenii sunt utilizați împreună.

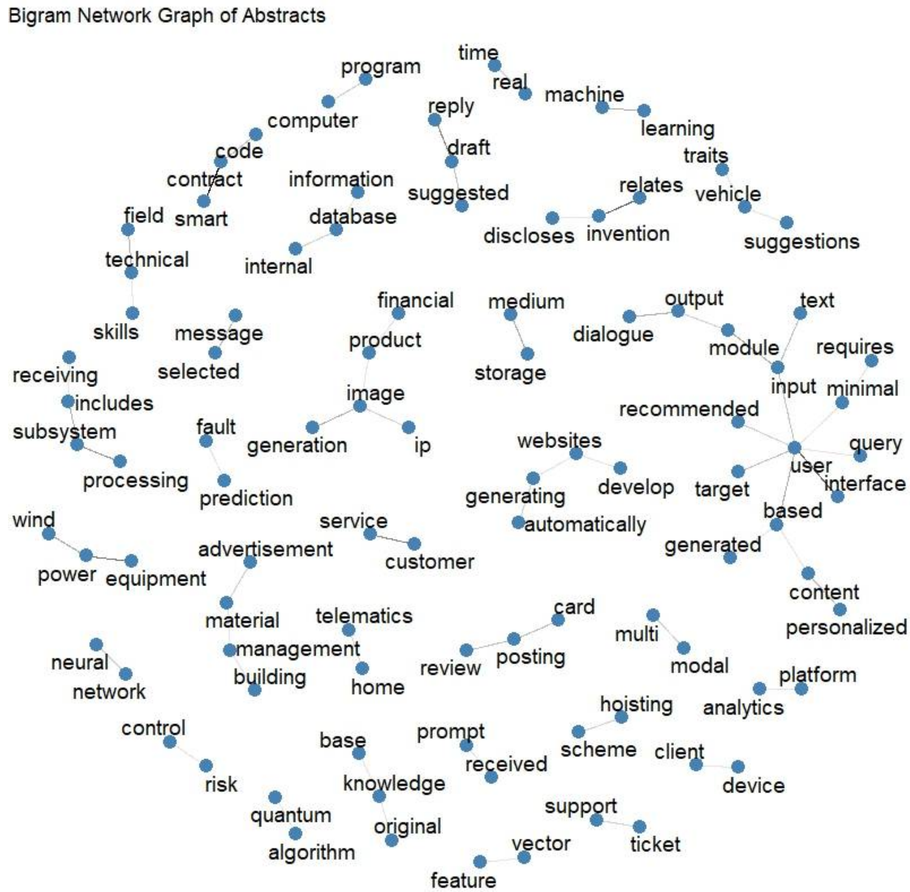
Gruparea cu cei mai mulți termeni, ce poate fi identificată în partea centrală dreaptă a figurii, reflectă un interes crescut în dezvoltarea unor interfețe interactive și a unor aplicații capabile să genereze conținut personalizat. Existența termenilor precum *minimal-requires-text-target* din cadrul acestui grup face trimitere la optimizarea experienței cu utilizatorul. Alte categorii de aplicații ce pot fi identificate vizează generarea automatizată de pagini web (*websites, generating, develop, automatically*), asistență pentru clienți (*reply-draft-suggested,* respectiv *support-ticket*), gestionarea recenziilor (*card-posting-review*), marketing în diverse industrii (*advertisement-material-management-building*), dar și aplicații din sectorul fintech (*financial-product-image-generation-ip*) și energetic (*wind-power-equipment*).

Figura nr. 3. Rezultatele analizei TF-IDF pentru primele 12 brevete din setul de date



Sursa: prelucrările autorilor

Figura nr. 4. Rețea de tip bigram



Sursa: prelucrările autorilor

Analiza de conținut

Analiza de conținut a presupus identificarea principalelor categorii de aplicații bazate pe GenAI care au potențialul de a crește gradul de inovație în cadrul proceselor de afaceri. O centralizare a setului de brevete este prezentată în **Tabelul nr. 2**.

Aplicațiile din sfera asistenței medicale personalizate, deși nu foarte frecvente în cadrul setului de date, reflectă o tendință emergentă de integrare a GenAI în acest domeniu, brevetele identificate făcând referire la facilitarea diagnosticării pe baza rezultatelor imagistice, analizarea tiparelor de somn, dar existând și invenții asociate cu dezvoltarea de agenți conversaționali care să răspundă la întrebările utilizatorilor. Astfel de invenții au rolul de a îmbunătăți calitatea actului medical, punând accent pe soluții personalizate.

Următoarea categorie, automatizare inteligentă și management operațional, include o serie diversă de aplicații ce fac referire la gestionarea și prelucrarea automată a datelor, drepturilor de acces și protecția datelor, generarea automată de pagini web, adaptarea și rafinarea modelelor GenAI, administrarea automată a prompturilor utilizate în cadrul modelelor, dar și aplicații destinate reducerii riscurilor specifice GenAI și cibernetice. Un exemplu relevant este reprezentat de un sistem destinat gestionării și atenuării riscurilor asociate atacurilor cibernetice adversiale, prin intermediul cărora se încearcă manipularea soluțiilor bazate pe GenAI prin explorarea vulnerabilităților din cadrul datelor de intrare. Un alt exemplu reprezentativ pentru această categorie face referire la o soluție ce include un sistem vocal, bazat pe GenAI, pentru generarea și transmiterea automată a cererilor, cu aplicații în diverse procese, atât în exteriorul, cât și în interiorul organizației.

Tabelul nr. 2. Centralizarea brevetelor pe categorii și industrii

Categorie	Industrii asociate	Nr. brevete
Asistență medicală personalizată	Sănătate	3
Automatizare inteligentă și management operațional	Robotică și automatizare industrială Logistică și aprovizionare Construcții și utilaje grele Securitate cibernetică Conformitate legală Protecția datelor Managementul riscurilor Producție asistată de AI	23
Educație personalizată asistată	Educație	4
Fintech	Servicii financiare digitale Consultanță Piețe de capital	11
Generarea de conținut personalizat și interacțiunea cu utilizatorii	Marketing digital Relații cu clienții Social media Turism Divertisment	51
Managementul resurselor naturale și energetice	Energie Silvicultură	4

Sursa: prelucrările autorilor

Brevetele încadrate în categoria educație personalizată asistată descriu o serie de soluții destinate adaptării experienței de învățare la nevoile utilizatorului, automatizarea scenariilor educaționale și creșterea eficienței proceselor de învățare, cu aplicabilitate atât în educația formală de grup, dar și în învățarea individualizată la nivel organizațional. Cele patru invenții au la bază analiza comportamentală, gestionarea resurselor educaționale, crearea de scenarii personalizate și facilitarea accesului la informații. Un exemplu relevant cu aplicabilitate în context organizațional este reprezentat de un sistem destinat conservării de cunoștințe asociate unui anumit utilizator prin colectarea și stocarea conținuturilor digitale cu care utilizatorul a interacționat, cu scopul de a sintetiza sau reconstitui informații relevante despre un anumit subiect. Astfel, o astfel de invenție favorizează documentarea rapidă și transferul eficient de cunoștințe la nivel organizațional.

Setul de invenții din categoria fintech evidențiază un interes puternic pentru aplicarea GenAI în optimizarea proceselor financiar-bancare, în automatizarea deciziilor de investiții și în personalizarea relației cu clienții. Soluțiile propuse acoperă o gamă largă de aplicații, de la gestionarea contractelor inteligente, până la predicții pentru stocuri și active financiare folosind modele multimodale care integrează date cantitative. Alte inovații vizează personalizarea produselor financiare și a strategiilor de marketing pe baza analizei comportamentale și a rețelelor adversariale sau de emitere a instrucțiunilor de investiții cu ajutorul roboților conversaționali. Un brevet reprezentativ pentru această categorie descrie o metodă de testare a algoritmilor cuantici în domeniul financiar-bancar, dar care minimizează riscul de expunere a datelor în cadrul procesului de antrenare al algoritmului și care permite obținerea de date simulate cu caracteristici aproape identice cu datele reale.

Generarea de conținut personalizat și interacțiunea cu utilizatorii este categoria cu cele mai multe brevete identificate, rezultat ce este aliniat cu literatura de specialitate. Aplicațiile asociate sunt diverse, incluzând generarea de conținut web personalizat, monetizarea postărilor generate prin intermediul soluțiilor GenAI, creșterea gradului de retenție al clienților, expunerea utilizatorilor la experiențe precum turismul digital, personalizarea corespondenței digitale, optimizarea căutării în funcție de interacțiunile anterioare cu utilizatorul și personalizarea produselor. O parte semnificativă dintre aceste soluții integrează modele multimodale, reflectând un interes crescut pentru construirea unor interacțiuni cât mai naturale, atractive și relevante în mediul digital. Diversitatea și granularitatea aplicațiilor evidențiază un avans semnificativ în direcția personalizării automate la scară largă, cu potențial major de aplicabilitate în comerțul și marketingul digital, turism, divertisment și rețele sociale. Un exemplu relevant pentru creșterea gradului de angajament al clienților, cu aplicabilitate în diverse industrii, este reprezentat de o metodă bazată pe realitatea virtuală care generează benzi desenate digitale prin intermediul unor modele GenAI care transformă imagini reale și scenarii narative în conținut vizual.

Categoria destinată invențiilor referitoare la managementul resurselor naturale și energetice, cu toate că este compusă dintr-un număr relativ mic de elemente, evidențiază capacitatea soluțiilor bazate pe GenAI de a contribui la atingerea obiectivelor de dezvoltare durabilă. Cele patru brevete vizează: (1) un sistem de management al proiectelor în domeniul forestier ce integrează date din multiple surse, care sunt mai apoi procesate de către o platformă specializată, (2) un model de date pentru un sistem energetic ce permite realizarea de simulări realiste ale rețelei electrice, facilitând generarea de predicții cu un nivel ridicat de încredere, (3) un sistem inteligent de alocare a resurselor în rețeaua energetică pe baza GenAI cu scopul de a optimiza distribuția sarcinilor electrice între echipamentele din cadrul rețelei și (4) o metodă de predicție a defecțiunilor pentru echipamentele eoliene.

Discuții

Prin obiectivul de cercetare stabilit, prezentul studiu a examinat modul în care tehnologia GenAI este integrată în aplicații brevetate în diverse industrii, cu accent pe taxonomia soluțiilor propuse, domeniile de aplicare și direcții emergente de inovare. Ca răspuns la prima întrebare de cercetare formulată, abordarea metodologică mixtă propusă a scos în evidență că majoritatea invențiilor propuse sunt frecvent asociate cu domeniul serviciilor, fiind acordat un nivel mai scăzut de atenție domeniilor de producție. Acest rezultat este determinat preponderent de limitarea căutării de brevete în categoria G06Q, ce face referire preponderent la servicii. Totuși, se poate observa că unele industrii din sfera serviciilor sunt mai puțin reprezentate, în special cele care nu au un cadru flexibil și orientat către utilizator, în cazul cărora nu sunt la fel de adecvate majoritatea tipurilor de modele GenAI disponibile pe piață, precum contabilitate, fiscalitate și audit. Astfel, după cum a fost evidențiat de Piller et al. (2024), în cadrul unor domenii sunt necesare modele mai complexe cu un nivel ridicat de încredere. Astfel, se poate evidenția faptul că, deși modelele existente pot răspunde într-o oarecare măsură la activități din diverse domenii, este necesar ca aplicațiile viitoare să se axeze pe modele specializate care să elimine constrângerile asociate.

Din punct de vedere al cadrului de aplicații ce pot fi utilizate pentru a crește gradul de inovare din mediul de afaceri, se observă că accentul este pus pe partea de personalizare a produselor digitale sau fizice și a serviciilor, rezultat care confirmă studiile anterioare (Abrokwah-Larbi, 2023; Peter et al., 2025; Rusiñol, 2023), fiind evidențiat și de către cele două abordări metodologice. Cea de-a doua categorie în funcție de numărul de invenții alocate, automatizare inteligentă și management operațional, evidențiază aplicabilitatea în domenii tehnice pentru optimizarea proceselor, dar și pentru reducerea erorilor și riscurilor. Utilizarea de sisteme multi-agent coordonate pentru execuția sarcinilor, precum și instrumentele de modelare a parametrilor, sugerează tendințe de consolidare a GenAI în arhitecturi complexe și scalabile, relevante în domenii precum securitatea cibernetică, protecția datelor sau automatizarea industrială. Categoria fintech, deși prezentată separat datorită gradului de specificitate, se axează preponderent pe personalizarea serviciilor financiare, cu toate că include și aplicații ce se concentrează pe predicții economice și automatizarea serviciilor financiare. Ultimele categorii, cu un număr redus de brevete, sugerează o stare incipientă de implementare, ce ar putea să fie determinată de necesitatea de a utiliza modele specifice și care să genereze conținut cu un grad ridicat de încredere. Totuși, pe măsură ce modelele vor evolua, este de așteptat ca implementarea de aplicații specifice acestor direcții de inovare să se accelereze.

Concluzii

Scopul prezentului studiu a fost de a reduce decalajul din literatura de specialitate prin creșterea gradului de înțelegere cu privire la soluțiile practice bazate pe GenAI ce pot fi utilizate de către mediul de afaceri pentru a crește gradul de inovare din diverse procese operaționale și de management. Examinând un set de 96 de brevete publicate în perioada septembrie 2023 – 2 martie 2025, cercetarea identifică principalele industrii în care o serie de invenții bazate pe GenAI pot contribui la inovare și propune un cadru de direcții de strategice ce vizează diverse domenii, preponderent din industria serviciilor.

Analiza textuală automatizată a permis identificarea la un nivel conceptual a principalelor teme și concepte din cadrul setului de date, fiind complementară analizei de conținut a brevetelor care a inclus nu doar rezumatul, dar și descrierea și revendicările aferente acestora, completând astfel înțelegerea asupra modului de funcționare a soluțiilor propuse și a problemelor concrete adresate prin intermediul utilizării aplicațiilor GenAI. Cadrul propus conține șase categorii de elemente, care reflectă principalele direcții de integrare a tehnologiilor de inteligență artificială generativă în procesele de afaceri, oferind o imagine de ansamblu asupra direcțiilor strategice de inovație. Cu toate că preponderent invențiile identificate s-au axat pe capacitățile de hiper-personalizare ale GenAI se remarcă totuși o extindere și a altor aplicații cu un grad mai ridicat de complexitate operațională, indicând potențialul acestei tehnologii de a redefini procesele interne ale organizațiilor din multiple industrii, pe măsură ce modelele vor evolua din punct de vedere al specificității.

Rezultatele empirice ale acestui studiu oferă o înțelegere mai bună a stadiului actual al relației dintre GenAI și inovația în afaceri, punând astfel bazele pentru adoptarea de noi direcții strategice la nivel organizațional în contextul noii paradigme tehnologice. Prin axarea studiului exclusiv pe brevete, rezultatele reușesc să reflecte atât zone emergente, ce sunt în curs de a deveni comerciale, dar și direcții consolidate de aplicare, în cazul cărora se observă un grad mai mare de maturitate.

Deși impactul și implicațiile acestui studiu sunt relevante atât pentru cercetători, mediul de afaceri și dezvoltatorii de soluții GenAI, există anumite limite în ceea ce privește generalizarea constatărilor. Studiul a fost realizat pe baza invențiilor disponibile în registrul Espacenet, care, deși cuprinzător și conținând un număr semnificativ de brevete, este posibil să nu cuprindă pe deplin toate informațiile relevante cu privire la inovarea asociată cu inteligența artificială generativă. Alte baze de date sau oficii naționale de brevete pot conține date suplimentare sau specifice unor alte regiuni. În plus, datele privind brevetele nu se referă la punerea în aplicare comercială efectivă și cu succes a aplicațiilor. Prin urmare, cercetările viitoare ar putea avea în vedere și validarea caracterului comercial al acestor inovații.

Bibliografie

1. Aagaard, A., & Tucci, C. (2024). AI-driven business model innovation: Pioneering new frontiers in value creation. In A. Aagaard (Ed.), *Business Model Innovation* (pp. 295–328). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-57511-2_10
2. Abdulmuhsin, A. A., Hussein, H. Dh., Ramo, R. M., Masa'deh, R., & Alkhwaldi, A. F. (2025). Artificial intelligence and green innovation. In A. Al-Marzouqi, S. Salloum, K. Shaalan, T. Gaber, & R. Masa'deh (Eds.), *Generative AI in Creative Industries* (Vol. 1208, pp. 593–604). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89175-5_37
3. Abrokwah-Larbi, K. (2023). The role of generative artificial intelligence (GAI) in customer personalisation (CP) development in SMEs: A theoretical framework and research propositions. *Industrial Artificial Intelligence*, *1*(1), 11. https://doi.org/10.1007/s44244-023-00012-4
4. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). The business of artificial intelligence. *Harvard Business Review*, 1, 1–31
5. Cimino, A., Felicetti, A. M., Corvello, V., Ndou, V., & Longo, F. (2024). Generative artificial intelligence (AI) tools in innovation management: A study on the appropriation of ChatGPT by innovation managers. *Management Decision*. https://doi.org/10.1108/MD-10-2023-1968
6. Crumbly, J., Pal, R., & Altay, N. (2025). A classification framework for generative artificial intelligence for social good. *Technovation*, *139*, 103129. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103129
7. Da Silva, R.R., Dias, T.M.R. and De Carvalho Segundo, W.L.R., 2024. Collection and integration of patent data for analysis and validation of Brazilian technical production. Mobile Networks and Applications. [online] https://doi.org/10.1007/s11036-023-02234-3.
8. Eisenreich, A., Just, J., Gimenez-Jimenez, D., & Füller, J. (2024). Revolution or inflated expectations? Exploring the impact of generative AI on ideation in a practical sustainability context. *Technovation*, *138*, 103123. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103123
9. Ferraro, C., Demsar, V., Sands, S., Restrepo, M., & Campbell, C. (2024). The paradoxes of generative AI-enabled customer service: A guide for managers. *Business Horizons*, *67*(5), 549–559. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2024.04.013
10. Fosso Wamba, S., Queiroz, M. M., Randhawa, K., &

Gupta, G. (2025). Generative artificial intelligence and the challenges to adding value ethically. *Technovation*, *144*, 103235. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2025.103235

11. Furey, P., Town, A., Sumera, K., & Webster, C. A. (2024). Approaches for integrating generative artificial intelligence in emergency healthcare education within higher education: A scoping review. *Critical Care Innovations*, *7*(2), 34–54. https://doi.org/10.32114/CCI.2024.7.2.34.54
12. Jetter, A. J., Agrawal, A., Hongchai, D. M., Weber, C. M., & Tao, Y. (2024). Training practitioners for real-time product development using generative artificial intelligence. *2024 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, 1–11. https://doi.org/10.23919/PICMET64035.2024.10653003
13. Kanbach, D. K., Heiduk, L., Blueher, G., Schreiter, M., & Lahmann, A. (2023). The GenAI is out of the bottle: generative artificial intelligence from a business model innovation perspective. *Review of Managerial Science*. https://doi.org/10.1007/s11846-023-00696-z
14. López-Solís, O., Luzuriaga-Jaramillo, A., Bedoya-Jara, M., Naranjo-Santamaría, J., Bonilla-Jurado, D., & Acosta-Vargas, P. (2025). Effect of generative artificial intelligence on strategic decision-making in entrepreneurial business initiatives: A systematic literature review. *Administrative Sciences*, *15*(2), 66. https://doi.org/10.3390/admsci15020066
15. Mariani, M., & Dwivedi, Y. K. (2024). Generative artificial intelligence in innovation management: A preview of future research developments. *Journal of Business Research, 175*, 114542. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114542
16. Møller, L. A., Cools, H., & Skovsgaard, M. (2025). One size fits some: How journalistic roles shape the adoption of generative AI. *Journalism Practice*, 1–22. https://doi.org/10.1080/17512786.2025.2484622
17. Ochieng, E. G., Ominde, D., & Zuofa, T. (2024). Potential application of generative artificial intelligence and machine learning algorithm in oil and gas sector: Benefits and future prospects. *Technology in Society*, *79*, 102710. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102710
18. Peter, R., Roshith, V., Lawrence, S., Mona, A. E., Narayanan, K. B., & Yusaira, F. (2025). Gen AI – Gen Z: Understanding Gen Z's emotional responses and brand experiences with Gen AI-driven, hyper-personalized advertising. *Frontiers in Communication*, *10*, 1554551. https://doi.org/10.3389/fcomm.2025.1554551
19. Piller, F. T., Srour, M., & Marion, T. J. (2024). Generative AI, innovation, and trust. *The Journal of Applied Behavioral Science*, *60*(4), 613–622. https://doi.org/10.1177/00218863241285033
20. Roberts, D. L., & Candi, M. (2024). Artificial intelligence and innovation management: Charting the evolving landscape. *Technovation*, *136*, 103081. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103081
21. Rusiñol, G. (2023). Council post: navigating the future: the dynamics of hyper-personalization and AI in customer experience. *Forbes*. Available online at: https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2023/12/27/navigating-the-future-the-dynamics-of-hyper-personalization-and-ai-in-customer-experience/
22. Russo, D. (2024). Navigating the complexity of generative AI adoption in software engineering. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, *33*(5), 1–50. https://doi.org/10.1145/3652154
23. Talaei-Khoei, A., Yang, A. T., & Masialeti, M. (2024). How does incorporating ChatGPT within a firm reinforce agility-mediated performance? The moderating role of innovation infusion and firms' ethical identity. *Technovation*, *132*, 102975. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.102975
24. Wang, S., & Zhang, H. (2024). Green entrepreneurship success in the age of generative artificial intelligence: The interplay of technology adoption, knowledge management, and government support. *Technology in Society*, *79*, 102744. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102744
25. Wang, S., & Zhang, H. (2025). Leveraging generative artificial intelligence for sustainable business model innovation in production systems. *International Journal of Production Research*, 1–26. https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2485318
26. Westerbeek, H. (2025). Algorithmic fandom: How generative AI is reshaping sports marketing, fan engagement, and the integrity of sport. *Frontiers in Sports and Active Living*, *7*, 1597444. https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1597444
27. Witkowski, A., & Wodecki, A. (2025). Generative AI in the service of product management: How generative technologies innovate the product processes. In A. Crupi, L. Marinelli, & E. Cacciatore (Eds.), *The Generative AI Impact* (pp. 47–70). Emerald Publishing Limited. https://doi.org/10.1108/978-1-83549-105-820251003
28. Wu, T., He, S., Liu, J., Sun, S., Liu, K., Han, Q.-L., & Tang, Y. (2023). A brief overview of ChatGPT: The history, status quo and potential future development. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, *10*(5), 1122–

1136. https://doi.org/10.1109/JAS.2023.123618
29. Wustmans, M., Haubold, T. an d Bruens, B., 2021. Bridging trends and patents: combining different data sources for the evaluation of innovation fields in blockchain technology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, [online] 69(3), pp.825–837. https://doi.org/10.1109/tem.2020.3043478.
30. Ye, J., Wang, S., & Tsai, S.-B. (2024). Impact of generative AI on enterprise performance in China: Mediating role of managerial relationships. *Journal of Global Information Management*, *32*(1), 1–20. https://doi.org/10.4018/JGIM.347501
31. Yuan, X. and Cai, Y., 2021. Forecasting the development trend of low emission vehicle technologies: Based on patent data. *Technological Forecasting and Social Change*, [online] 166, p.120651. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120651.
32. Yusuf, A., Pervin, N., Román-González, M., & Noor, N. M. (2024). Generative AI in education and research: A systematic mapping review. *Review of Education*, *12*(2), e3489. https://doi.org/10.1002/rev3.3489
33. Zhang, C., & Zhang, H. (2025). The impact of generative AI on management innovation. *Journal of Industrial Information Integration*, *44*, 100767. https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100767.

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *102-114*
ISSN on-line: 1844-8801

Analiza efectului investițiilor în sustenabilitate a mediului asupra eficienței resurselor

Rezumat

Sustenabilitatea și responsabilitatea corporativă în domeniul mediului înconjurător se numără printre factorii principali pe agenda multor companii, având în vedere că sunt obligate să raporteze cu privire la aceste aspecte. Astfel, companiile fac investiții în activități care privesc sustenabilitatea corporativă pentru a impune conformitatea, dar generează profit. Prin urmare, acest studiu a evaluat efectul investițiilor de mediu asupra eficienței resurselor (consumul de apă și energie) ale companiilor listate în Indicele de Investiții Responsabile FTSE/JSE. Studiul a adoptat o metodă cantitativă pentru a genera date secundare. Acestea au fost colectate din rapoartele anuale integrate ale companiilor și au fost analizate prin statistici de regresie multiplă. Rezultatele acestui studiu indică faptul că investițiile în sustenabilitatea mediului (investiții în energie regenerabilă, investiții în apă și investiții în reciclare) au afectat negativ eficiența resurselor (consumul de apă și consumul de energie). Studiul recomandă ca firmele să își intensifice investițiile în sustenabilitatea corporativă pentru a sprijini conservarea resurselor de mediu.

Cuvinte cheie: *mediu; contabilitate; sustenabilitate; investiții în sustenabilitate; energie regenerabilă; reciclare;*

Clasificare JEL: *Q56, Q8, M41, M42*

Cercetător dr. Vanessa M. NAKENG,
Școala de Contabilitate,
Universitatea din Limpopo, Africa de Sud,
e-mail: vanessa.nakeng@ul.ac.za

Prof. dr. Collins C. NGWAKWE,
Școala Postuniversitară de Leadership,
Universitatea din Limpopo, Africa de Sud, e-mail:
collins.ngwakwe@ul.ac.za

Vă rugăm să citați acest articol astfel:
Nakeng, V. M., Ngwakwe, C. C. (2026), Analysis of the Effect of Environmental Sustainability Investment on Resource Efficiency, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.215-226,
DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/007

Link permanent pentru acest document:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/007
Data primirii articolului: 7.06.2025
Data revizuirii: 8.09.2025
Data acceptării: 19.01.2026

1. Introducere

Piețele din întreaga lume devin din ce în ce mai competitive. Amploarea schimbărilor creează o presiune excepțională asupra companiilor, nu doar pentru a reuși, ci și pentru a-și menține succesul în viitor, unde unul dintre factorii determinanți ai schimbării este durabilitatea (Hengst, Jarzabkowski, Hoegl & Muethel, 2020; Pedol, Biffi & Melzi, 2021). În prezent, investițiile în sustenabilitate corporativă se referă la investițiile de mediu și sociale (Jin, 2022).

Astfel de investiții sunt esențiale pentru companii deoarece le permit să atenueze riscurile și să creeze noi oportunități, răspunzând simultan provocărilor de mediu și sociale printr-o utilizare optimă a resurselor (Esty, 2020). Eficiența utilizării acestora oferă companiilor oportunități de a-și valorifica mai bine capacitățile existente, minimizând în același timp impactul asupra mediului rezultat din activitățile comerciale (Schilirò, 2019). Aceasta constituie o forță motrice pentru companii de a-și limita și monitoriza activitățile de mediu, așa cum este subliniat în Acordul de la Paris semnat în 2016 (Tanaka, Boucher, Ciais, Johansson & Morfeldt, 2021). Preocupările globale tot mai accentuate cu privire la investițiile în sustenabilitatea corporativă au condus la revizuirea și analiza constantă a indicatorilor relevanți, cum ar fi investițiile în sustenabilitatea mediului. Această cercetare investighează modul în care investițiile în inițiativele verzi afectează eficiența resurselor și profitabilitatea. Având în vedere că practicile durabile devin rapid un avantaj competitiv, apare o nevoie tot mai mare de modele de investiții în sustenabilitatea corporativă; prin urmare, în plus, studiul nostru va propune un model pentru investițiile adaptate în acest context. Cercetările anterioare au arătat că organizațiile care implementează și adoptă obiectivele Agendei 2030 de Dezvoltare Durabilă devin sustenabile și au demonstrat progrese semnificative în aspectele legate de sustenabilitatea corporativă, cum ar fi investițiile de mediu și sociale (Yu, Sial, Tran, Badulescu, Thu și Sehleanu, 2020).

În pofida cercetărilor existente în acest domeniu de studiu, lucrarea de față este importantă deoarece aduce o contribuție valoroasă, având în vedere că se concentrează pe companiile listate la bursa africană, și anume companiile indexate JSE SRI, și adoptă o îmbunătățire a modelelor existente în literatura de specialitate prin combinarea a trei investiții importante de mediu, și anume investițiile în apă, investițiile în energie regenerabilă și investițiile în reciclare, pentru a evalua modul în care integrarea lor comună afectează nivelul consumului de apă și consumul de energie în cadrul zonei de studiu a indicelui JSE SRI. Prin urmare, rezultatele din această arie de cercetare aduc o perspectivă unică în literatura de specialitate, indicând noi descoperiri pentru practicieni și cercetători, care arată că efectele consumului de apă și energie pot fi vizualizate mai holistic atunci când sunt evaluate în raport cu trei investiții cheie de mediu (investițiile în apă, investițiile în energie regenerabilă și investițiile în reciclare). Aceasta este prima astfel de analiză combinată a investițiilor de mediu asupra consumului de resurse utilizând companiile JSE SRI din Africa de Sud, prin urmare, o completare inedită la literatura de specialitate.

2. Studiul literaturii de specialitate

2.1. Cadrul conceptual teoretic

Teoria părților interesate

Teoria părților interesate este considerată potrivită pentru a fi utilizată în cercetarea sustenabilității (Freeman, Phillips & Sisodia, 2020). Părțile interesate sunt persoane care pot influența deciziile și investițiile companiilor și pot fi clasificate ca părți interesate interne și externe (Valentinov, Roth & Will, 2019). Wojewnik-Filipkowska, Dziadkiewicz, Dryl, Dryl și Bęben (2019) afirmă că obiectivul crucial al teoriei părților interesate este ca organizațiile să își satisfacă nevoile, fie ele economice, de mediu sau sociale, pe lângă maximizarea profitului. Teoria afirmă că firmele sunt instituții sociale cu o responsabilitate fiduciară față de părțile interesate, inclusiv conservarea mediului (Waheed & Zhang, 2020; Bischoff, 2021). În plus, îndeplinirea așteptărilor economice ale părților interesate este ancorată în mare parte prin responsabilitățile corporative de mediu și sociale (Boakye, Tingbani, Ahinful & Nsor-Ambala, 2021). Influența părților interesate duce la maximizarea profitului și contribuie la sustenabilitate, menținând în același timp un mediu prietenos. Adoptarea unei game largi de informații și a unei abordări decizionale bazate pe valori are scopul de a examina natura complexă și dinamică a provocărilor legate de sustenabilitate cu care se confruntă companiile (Schaltegger, Hörisch & Freeman, 2019).

Teoria agenției

Teoria agenției susține că părțile interesate ale companiilor ar trebui să se alinieze strategiilor consiliilor de administrație (Bătae, Dragomir & Feleagă, 2021). Așteptările acestora ar trebui să echilibreze strategia companiilor, în beneficiul creșterii corporative (Dionisio & de Vargas, 2022). Companiile care dispun de consilii de administrație eficiente permit investiții care sporesc profitabilitatea și reduc problemele legate de relația de agenție (Aksar, Hassan, Kayani, Khan & Ahmed, 2022). În plus, reducerea acestor probleme poate fi realizată prin alinierea valorii corporative cu guvernanța corporativă (Dong, Xiang, Zhang, Zhao & Tang, 2022). Adoptarea teoriei agenției sprijină controlul intern, inclusiv prin relații bune între angajați. Managementul din cadrul companiilor ar trebui să acționeze în interesul acestora, menținând totodată relații solide cu celelalte părți interesate, pentru a monitoriza profitabilitatea și eficiența companiei.

Teoria consolidării comportamentului

Teoria consolidării tratează comportamentul și reacțiile indivizilor în funcție de consecințe (Hardiyanti, 2022). Indivizii preferă să se implice în activități sau comportamente pentru care sunt recompensați. De exemplu, investitorii direcționează resurse în companii pentru a obține recompense mai mari (Hardiyanti, 2022). Dedicarea companiilor față de investițiile în sustenabilitate corporativă poate duce la beneficii care le ajută să își mențină profitabilitatea. Accentul teoriei consolidării se pune pe elementele de mediu care influențează comportamentul (Nwachukwu & Worlu, 2023). Un comportament corporativ bun al companiilor atrage investitorii prin rezultatele lor asupra profitabilității, care este recompensa pe care o primesc (Daugaard & Ding, 2022).

2.2. Revizuirea literaturii empirice

La nivel internațional, cererea de energie a crescut datorită dezvoltării economice din aceste țări, în timp ce utilizarea resurselor energetice este limitată, ceea ce duce la creșterea investițiilor în sustenabilitatea mediului, deoarece energia are unele efecte asupra încălzirii globale. Odată cu creșterea cererii de energie, vine și creșterea consumului de energie, ceea ce a determinat majoritatea companiilor să se implice în promovarea modalităților de economisire a energiei prin angajamentele lor de sustenabilitate a mediului și sustenabilitate socială. Problemele de mediu și clima globală sunt unele dintre principalele motive pentru creșterea bruscă a investițiilor în mediu și a eficienței energetice, promovând astfel eficiența energetică în multe companii. Îndeplinirea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă din Agenda 2030 implică eforturi din partea companiilor și a societății în ceea ce privește protecția mediului, îmbunătățirea tehnologiei și creșterea eficienței energetice (Steblyanskaya, Wang, Martynov, Mingye, Artykhov, Wang, Bocharnikov & Kiselik, 2021). Awan, Arnold și Gölgeci (2021) au demonstrat că nivelul de cunoștințe despre investițiile în mediu deținute de multe companii pot ajuta la rezolvarea provocărilor de mediu și pot promova eficiența resurselor companiilor și profitabilitatea. Unele companii lucrează pentru prevenirea poluării, explorând astfel noi oportunități de promovare a practicilor de sustenabilitate și adoptând noi soluții de mediu care sporesc profitabilitatea.

De exemplu, Bătae, Dragomir și Feleagă (2021), Chang, Liang și Liu (2021) și Liu, Zhao, Zhang și Zhou (2022) au descoperit că investițiile de mediu au un impact asupra eficienței resurselor. Bătae și colaboratorii (2021) au descoperit o relație pozitivă între inovația de mediu și emisiile de mediu (investiții de mediu) și utilizarea apei, utilizarea energiei (eficiența resurselor). Liu și colaboratorii (2022) au descoperit o relație pozitivă între investițiile verzi, emisiile de dioxid de carbon (investiții de mediu) și apele uzate (eficiența resurselor). În schimb, Chang și colaboratorii (2021) au descoperit o relație negativă între energia regenerabilă (investiții de mediu) și utilizarea energiei (eficiența resurselor). Autorii au opinii diferite în ceea ce privește direcția impactului investițiilor de mediu asupra eficienței resurselor și profitabilității, însă sunt de acord că investițiile de mediu au un impact asupra eficienței resurselor. Bătae și colaboratorii (2021) au eșantionat 104 companii și au utilizat abordarea cantitativă a cercetării, iar Liu și colaboratorii (2022) au eșantionat 113 companii și au utilizat aceeași abordare de cercetare. Atât Bătae și colaboratorii (2021), cât și Liu și colaboratorii (2022) au utilizat analiza modelului de regresie. Chang și colaboratorii (2021) au eșantionat 145 de companii, utilizând o abordare cantitativă a cercetării și o analiză stocastică de frontieră. În plus, diferențele dintre dimensiunea eșantionului și analiza cercetării ar fi putut duce la diferențe în direcția investițiilor de mediu în ceea ce privește eficiența resurselor. În cercetarea lor, Wang, Li și Zhang (2021) și Zhang și Xie (2022) presupun că investițiile în ecologizare au un rol în consumul de resurse naturale, cum ar fi energia și apa. Wang, Li și Zhang

(2021) indică faptul că există o relație pozitivă între investițiile în ecologizare (investiții de mediu) și utilizarea energiei (eficiența resurselor). Wang, Li și Zhang (2021) au eșantionat 38 de companii din trei industrii dintr-o țară timp de cinci ani, utilizând un model de regresie. În plus, Aldieri, Makkonen și Vinci (2022) au descoperit o relație pozitivă între investițiile în sustenabilitatea mediului și eficiența resurselor. Aceștia au folosit un model de regresie cu informații din țările europene din 2002 până în 2017.

Literatura recentă este în creștere cu privire la diverse aspecte ale investițiilor în mediu și ale eficienței resurselor; unii cercetători au extins discuția și au evaluat efectul investițiilor în obligațiuni verzi asupra eficienței resurselor de mediu (Cheng et al, 2024), în timp ce alții evaluează rolul investițiilor în locuri de muncă verzi asupra eficienței resurselor de mediu (de Andrade et al, 2025).

Rezultatele cercetărilor empirice actuale realizate de Suárez-Fernández, Zapico și Boto-García (2025) concluzionează că investițiile în sustenabilitatea apei au un efect dublu asupra consumului. Folosind date de la un eșantion de 361 de companii din Columbia, Suárez-Fernández și colaboratorii (2025) au descoperit că, pe de o parte, investițiile în instruirea de mediu a personalului corporativ și investițiile în cercetare și dezvoltare legate de mediu nu au un efect pozitiv asupra realizării reducerii consumului de apă. Pe de altă parte, au constatat că investițiile în dispozitive eficiente din domeniul tehnologiei de mediu pot crește consumul de apă. Alți cercetători fac aluzie la efectele pozitive sau negative ale investițiilor în tehnologia de mediu asupra sustenabilității.

Prin urmare, această lucrare prezintă prima ipoteză, după cum urmează:

H1: Investițiile corporative în mediu afectează consumul de apă

În ceea ce privește modul în care investițiile corporative în mediu afectează consumul de energie, un grup de cercetători, și anume Wu, Wen, Li, Yin și Zhang (2024), au examinat impactul investițiilor de mediu în tehnologia digitală asupra eficienței energetice totale a factorului verde. Utilizând modelul SBM de super-eficiență în analiza lor, au descoperit că investițiile în finanțe digitale au un impact semnificativ asupra eficienței energetice. Cu toate acestea, au constatat că dependența excesivă de procesele de fabricație cu utilizare intensivă a forței de muncă poate să nu fie benefică pentru eficiența energetică (Wu et al, 2024).

Prin urmare, această lucrare prezintă a doua ipoteză, după cum urmează:

H2: Investițiile corporative în mediu afectează consumul de energie.

3. Metodologia cercetării

Paradigma pozitivistă a fost utilizată în studiu deoarece a evaluat relația dintre variabilele cantitative, care au fost măsurate statistic. Acest studiu a utilizat informațiile privind sustenabilitatea companiilor listate la Bursa de Valori din Johannesburg (JSE), deoarece oferă piețe de capital primare și secundare eficiente și sigure pentru diverse valori mobiliare, susținute de servicii de reglementare și post-tranzacționare. Au fost utilizate 24 de companii performante în indicele FTSE/JSE Investiții Responsabile, așa cum este indicat de JSE. Datele secundare au fost colectate cu privire la variabilele de cercetare (consumul de apă, investițiile în energie regenerabilă, investițiile în apă, investițiile în reciclare și capitalizarea bursieră) pe o perioadă de cinci ani de la cele 2 companii. O abordare bazată pe date panel a dus la 120 de observații (ceea ce reprezintă 24 de companii examinate pe parcursul a cinci ani fiecare).

În dezvoltarea modelului de regresie, autorii s-au ghidat după modelul de cercetare anterior realizat de Aldieri, Makkonen și Vinci (2022), care au adoptat acest model în analiza lor. În plus, într-o cercetare privind investițiile de mediu și energia regenerabilă realizată de Emmanuel și colaboratorii (2024), consumul de apă, gestionarea deșeurilor și energia regenerabilă au fost variabile cheie. În același sens, capitalizarea bursieră și energia regenerabilă au fost variabile cheie (Osabohien et al, 2025). Toți acești cercetători au aplicat modelul de regresie corelată. Prin urmare, această lucrare a urmat și s-a bazat pe cercetările anterioare.

Așadar, studiul adoptă modelele menționate mai jos, care testează cele două ipoteze. Modelul 1 testează ipoteza 1, iar Modelul 2 testează ipoteza 2.

Ipoteza 1

H1: Investițiile corporative în mediu afectează consumul de apă

Modelul 1:

$$WATECO_{it} = \\ =\alpha_i + \beta_1\ \mathrm{INVIRE}_{it} + \beta_2\ \mathrm{WATINV}_{it} + \\ +\beta_3\ \mathrm{RECINV}_{it} + \beta_4\ \mathrm{MKTCAP}_{it} + \varepsilon_{it} \ldots\ldots(1)$$

Ipoteza 2

H2: Investițiile corporative în mediu afectează consumul de energie

Modelul 2:

$$ENERCO_{it} = \\ =\alpha_i + \beta_1\ \mathrm{INVIRE}_{it} + \beta_2\ \mathrm{WATINV}_{it} + \\ +\beta_3\ \mathrm{RECINV}_{it} + \beta_4\ \mathrm{MKTCAP}_{it} + \varepsilon_{it} \ldots..(2)$$

Unde:

WATECO este consumul de apă, *ENERCO* este consumul de energie, *INVIRE* este investiția în energie regenerabilă, *WATINV* este investiția în apă, *RECINV* reprezintă investiția în reciclare, iar *MKTCAP* reprezintă piața. Capitalizarea *β_1, β_2, β_3 și β_4* este reprezentată de parametrii modelului, în timp ce *α* denotă intersecția cu axa dreptei, care este valoarea pe care o vor lua consumul de apă și consumul de energie dacă toate variabilele explicative sunt nule. Mai mult, *ε_it* semnifică termenul de eroare a perturbației. Termenul de eroare a perturbației ia în considerare efectul altor variabile necontabilizate, care au o relație economică directă sau indirectă cu consumul de apă și consumul de energie.

4. Rezultate empirice și discuții

Această secțiune prezintă constatările empirice. Tabelul nr. 1 indică statisticile descriptive pentru Modelul 1, unde sunt 120 de observații, iar toate variabilele sunt continue. Consumul de apă (variabilă dependentă) are o medie de 12,21, un minim de 7,00 și un maxim de 18,41. Investiția în energie regenerabilă (variabilă independentă) are o medie de 9,94, cu o valoare minimă de 0,69 și un maxim de 16,40. Investiția medie în apă (variabilă independentă) este de 11,76, valoarea minimă este de 10,90, iar valoarea maximă este de 12,79. Investiția în reciclare (variabilă independentă) are o valoare medie de 11,06, minimul este de 10,53, iar maximul este de 11,40. Capitalizarea bursieră (variabilă de control) este de 18,08, minimul este de 17,83, iar maximul este de 18,50.

Tabelul nr. 1 Statistici descriptive pentru Modelul 1

Variabile	Obs.	Medie	Deviația standard	Min	Max
Consumul de apă	120	12,206	2,626	6,999	18,405
Investiții în energie regenerabilă	120	9,938	3,135	0,693	16,402
Investiții în apă	120	11,755	0,61	10,898	12,792
Investiții în reciclare	120	11,056	0,3	10,525	11,396
Capitalizarea bursieră	120	18,082	0,233	17,827	18,503

Notă: Toate variabilele sunt logaritmate

Sursa: rezultate generate de Stata

Tabelul nr. 2. Matricea de corelații pentru Modelul 1

Variabile	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) Consumul de apă	1,000				
(2) Investiții în energie regenerabilă	0,247	1,000			
(3) Investiții în apă	-0,027	-0,012	1,000		
(4) Investiții în reciclare	0,012	0,009	-0,588	1,000	
(5) Capitalizarea bursieră	-0,013	-0,021	0,045	0,225	1,000

Sursa: rezultate generate de Stata

Analiza corelațiilor pentru Modelul 1

Analiza corelației consumului de apă ca variabilă dependentă și a variabilelor independente investiții în energie regenerabilă, investiții în apă, investiții în reciclare și capitalizare bursieră a variabilei de control este prezentată în **Tabelul nr. 2**. Studiul actual sugerează că între consumul de apă și investițiile în energie regenerabilă (r = 0,25) există o corelație pozitivă. Consumul de apă (r = 0,012) este probabil să se coreleze pozitiv cu investițiile în reciclare, în timp ce consumul de apă și investițiile în apă (r = -0,027) sunt corelate negativ. În plus, consumul de apă și capitalizarea bursieră (r = -0,013) sunt corelate negativ. Următorul paragraf discută dependența transversală pentru Modelul 1.

Testul multicoliniarității pentru Modelul 1

Tabelul nr. 3 prezintă analiza factorilor de inflație a varianței (VIF)**.** În ceea ce privește acești factori, liniile directoare generale arată că valoarea VIF nu trebuie să depășească 10**.** În caz contrar, există posibilitatea ca modelul să prezinte coliniaritate. Media valorilor VIF este 1,350, ceea ce indică faptul că este puțin probabil ca multicoliniaritatea să afecteze estimarea, întrucât valoarea se află sub pragul critic de 10.

Tabelul nr. 3. Inflația varianței pentru Modelul 1

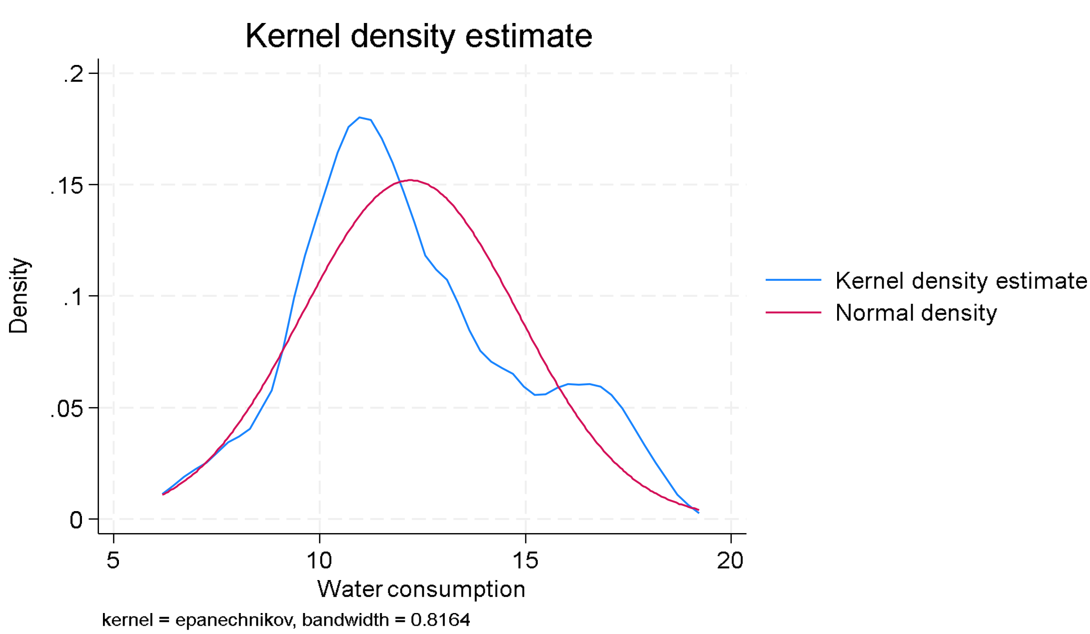
Variabile	VIF	1/VIF
Investiții în reciclare	1,690	0,591
Investiții în apă	1,610	0,622
Capitalizarea bursieră	1,110	0,901
Investiții în energie regenerabilă	1,000	0,999
	1,350	

Sursa: rezultate generate de Stata

Testul de normalitate pentru Modelul 1

Figura nr. 1 prezintă testul și rezultatele privind normalitatea, utilizând estimările de densitate de tip Kernel Epanechnikov pentru modelul 1. Densitatea Kernel a setului de date este uniformă și simetrică, ceea ce sugerează că datele sunt distribuite normal. Lățimea de bandă Epanechnikov este relativ scăzută, având valoarea de 0,82.

Figura nr. 1. Estimările de densitate de tip Kernel pentru Modelul 1



Sursa: rezultate generate de Stata

Interpretarea pentru Modelul 1 - rezultatele estimate prin metoda celor mai mici pătrate generalizate fezabile și erorile standard corectate pentru panou

Tabelul nr. 4 prezintă rezultatele pentru metoda celor mai mici pătrate generalizate fezabile aplicată Modelului 1. Această metodă verifică heteroscedasticitatea, corelația serială și cointegrarea, pentru a asigura validitatea rezultatelor (Adeleye, Akam, Inuwa, James & Basila, 2023). În paralel, metoda erorilor standard corectate pentru panou controlează pentru dependența în secțiune transversală, realizând o verificare a robusteței și o observare a consistenței rezultatelor (Adeleye, Bengana, Boukhelkhal, Shafiq & Abdulkareem, 2022; Alferez, Bagtasos, Chio, Payot, Laygan, Abing, Capulong & Teves, 2024). Prin urmare, studiul a utilizat metoda celor mai mici pătrate generalizate fezabile (FGLS) pentru interpretarea rezultatelor obținute. Coloana (1) din **Tabelul nr. 4** prezintă estimările bazate pe FGLS, evidențiind influența consumului de apă ca variabilă dependentă, în raport cu variabilele independente: investițiile în energie regenerabilă, investițiile în apă, investițiile în reciclare, precum și variabila de control capitalizarea bursieră.

Rezultatele arată că investițiile în energie regenerabilă au un impact pozitiv, dar nesemnificativ asupra consumului de apă. Investițiile în apă și capitalizarea bursieră au un impact negativ, dar nesemnificativ asupra consumului de apă. Investițiile în reciclare au un impact negativ semnificativ asupra consumului de apă.

În coloana (2) sunt prezentate rezultatele obținute prin estimarea cu erori standard corectate pentru panou. Rezultatele indică faptul că investițiile în energie regenerabilă au un impact pozitiv nesemnificativ asupra consumului de apă. În schimb, investițiile în apă și capitalizarea bursieră au un impact negativ nesemnificativ asupra consumului de apă. Investițiile în reciclare prezintă un impact negativ semnificativ asupra consumului de apă.

Rezultatele din **Tabelul nr. 4**, pentru Modelul 1, arată că investițiile în energie regenerabilă reprezintă un predictor pozitiv, dar nesemnificativ al consumului de apă. Pe de altă parte, investițiile în apă și capitalizarea bursieră sunt invers corelate cu consumul de apă, însă ele sunt predictori nesemnificativi. În ceea ce privește investițiile în reciclare, acestea indică o relație negativă semnificativă cu consumul de apă.

Tabelul nr. 4. Metoda celor mai mici pătrate generalizate fezabile și erorile standard corectate pentru panou pentru Modelul 1

Variabile	(1) Principalele rezultate FGLS Consumul de apă	Z	(2) PCSE Consumul de apă
Investiții în energie regenerabilă	0,206*	2,78	0,206*
	(0,0741)		(0,0350)
Investiții în apă	-0,109*	-0,23	-0,109*
	(0,483)		(0,175)
Investiții în reciclare	-0,0302**	-0,03	-0,0302**
	(1,007)		(0,367)
Capitalizarea bursieră	-0,0694*	-0,07	-0,0694*
	(1,051)		(0,384)
Constantă	13,03	0,64	13,03*
	(20,40)		(7,449)
Observații	120		120
R-pătrat			0,062
Numărul codurilor	24		24

*Erorile standard în parenteze: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1; Cele mai mici pătrate generalizate fezabile (FGLS) și erorile standard corectate pentru panou (PCSE)*

Sursa: rezultate generate de Stata

Pe baza acestor rezultate, se observă că trei din cele patru variabile proxy pentru investițiile de mediu sunt predictori negativi ai consumului de apă. Prin urmare, în baza dominanței efectelor negative, se poate concluziona că investițiile de mediu sunt negativ corelate cu consumul de apă. Aceste concluzii sunt aliniate cu cele ale lui Bătae et al. (2021), care au identificat o relație pozitivă între inovația de mediu și emisiile de mediu (investițiile de mediu) și utilizarea apei. Cu toate acestea, rezultatele prezentului studiu le contrazic parțial pe cele ale lui Bătae et al. (2021), în ceea ce privește impactul investițiilor în apă, al investițiilor în reciclare și al capitalizării bursiere asupra consumului de apă. În plus, Zhao și Rasoulinezhad (2023) au identificat o relație negativă între investițiile de mediu și eficiența utilizării resurselor.

Statisticile descriptive pentru Modelul 2 sunt prezentate în **Tabelul nr. 5**, care include variabilele menționate, împreună cu media, abaterea standard, valorile minime și maxime, precum și numărul de observații. Studiul utilizează un panou puternic echilibrat, cu un total de 96 de observații, iar toate variabilele sunt continue.

Consumul de energie are o medie de -0,023, valoarea minimă este -7,42, iar valoarea maximă este 3,201. Investițiile în energie regenerabilă au o medie de 0,044, cu o valoare minimă de -8,72 și maximă de 3,797. Media investițiilor în apă este -0,17, cu o valoare minimă de -1,097 și o valoare maximă de 1,213. Investițiile în reciclare au o medie de -0,01, cu valoarea minimă -0,539 și maximă 11,40. Capitalizarea bursieră are o medie de 18,08, cu o valoare minimă de 17,83 și o valoare maximă de 0,87. Consumul de energie are o medie de 0,033, valoarea minimă este -0,68, iar valoarea maximă este 0,402.

Tabelul nr. 5 Statisticile descriptive pentru Modelul 2

Variabile	Observații	Media	Deviația Standard	Min	Max
Consum de energie	96	-0,023	1,127	-7,423	3,201
Investiții în energie regenerabilă	96	0,044	1,528	-8,718	3,797
Investiții în apă	96	-0,17	0,927	-1,097	1,213
Investiții în reciclare	96	-0,01	0,533	-0,539	0,871
Capitalizarea bursieră	96	0,033	0,42	-0,676	0,402

Notă: Toate variabilele sunt logaritmate

Sursa: rezultate generate de Stata

Analiza corelațiilor pentru Modelul 2

Analiza corelației dintre variabila dependentă consumul de energie și variabilele independente investițiile în energie regenerabilă, investițiile în apă, investițiile în reciclare, precum și variabila de control capitalizarea bursieră, este prezentată în **Tabelul nr. 6**. Studiul de față indică faptul că există o corelație pozitivă între consumul de energie și investițiile în energie regenerabilă (r = 0,023). De asemenea, consumul de energie (r = 0,054) pare să aibă o corelație pozitivă cu investițiile în reciclare. În schimb, consumul de energie și investițiile în apă (r = -0,22) sunt corelate negativ. Tot negativă este și corelația dintre consumul de energie și capitalizarea bursieră (r = -0,028).

Tabelul nr. 6 Matricea corelațiilor pentru Modelul 2

Variabile	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) Consumul de energie	1,000				
(2) Investiții în energie regenerabilă	0,023	1,000			
(3) Investiții în apă	0,054	0,034	1,000		
(4) Investiții în reciclare	-0,216	-0,012	-0,717	1,000	
(5) Capitalizarea bursieră	-0,028	-0,086	-0,316	0,319	1,000

Sursa: rezultate generate de Stata

Testarea multicoliniarității

Tabelul nr. 7 prezintă analiza factorilor de inflație a varianței (VIF). Conform ghidurilor standard, valorile VIF nu trebuie să depășească pragul de 10, altfel modelul poate prezenta semne de coliniaritate. Datele nu indică prezența multicoliniarității, fapt evidențiat de media valorilor VIF, care este 1,590, adică sub pragul critic de 10.

Tabelul nr. 7. Factorii de inflație ai varianței pentru Modelul 2

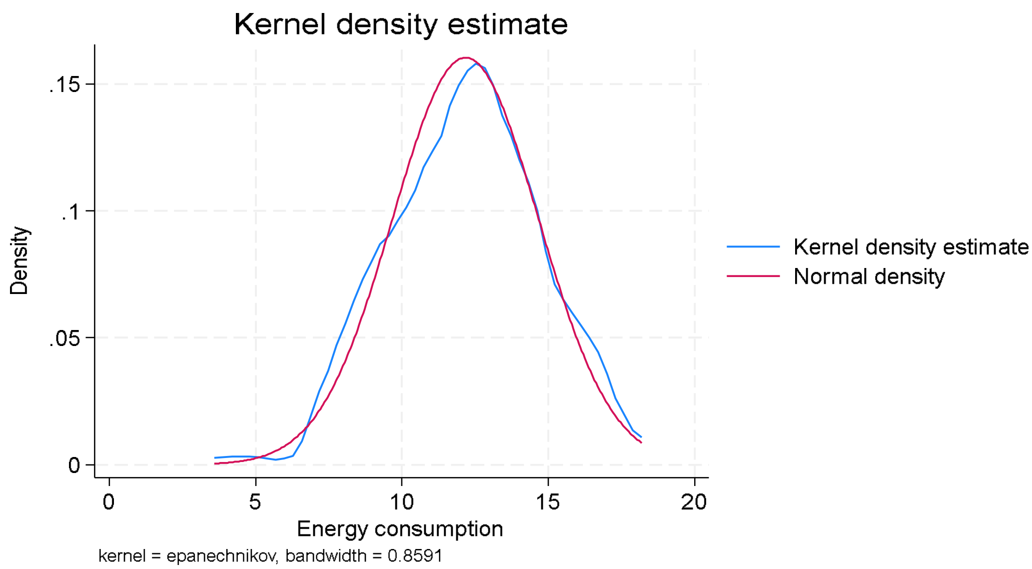
	VIF	1/VIF
Investiții în reciclare	2,100	0,475
Investiții în apă	2,100	0,477
Investiții în energie	1,140	0,876
Capitalizarea bursieră	1,010	0,992
Media VIF	1,590	

Sursa: rezultate generate de Stata

Testul normalității

Figura nr. 2 prezintă testul de normalitate utilizând estiările de densitate kernel Epanechnikov pentru Modelul 2. Densitatea kernel netedă și simetrică a setului de date sugerează că datele sunt distribuite normal. Lățimea de bandă Epanechnikov, cu valoarea 0,86, este relativ mică.

Figura nr. 2. Estimarea densității Kernel pentru Modelul 2



Sursa: rezultate generate de Stata

Interpretarea rezultatelor pentru Modelul 2 FGLS și PCSE

Rezultatele pentru FGLS și PCSE ale Modelului 2 sunt prezentate în **Tabelul nr. 8**. Datorită heteroscedasticității datelor panel, care indică faptul că rezultatele studiului sunt părtinitoare și nedemne de încredere dacă problema heteroscedasticității nu este rezolvată, au fost utilizate aceste regresii. Pentru a asigura validitatea rezultatelor, metoda celor mai mici pătrate generalizate fezabilă ia în considerare cointegrarea, corelația serială și heteroscedasticitatea (Adeleye et al., 2023). Prezența dependenței transversale este verificată prin eroarea standard corectată de panel și este observată consistența rezultatelor (Adeleye et al., 2022; Alferez, 2024).

Coloana (1) din **Tabelul nr. 8** prezintă rezultatele metodei celor mai mici pătrate generalizate fezabile. Acestea arată că investițiile în energie regenerabilă au un impact pozitiv semnificativ asupra consumului de energie, în timp ce investițiile în apă și capitalizarea bursieră au un impact negativ nesemnificativ asupra consumului de energie. Cu toate acestea, investițiile în reciclare au un impact pozitiv semnificativ asupra consumului de energie.

Coloana (2) prezintă estimatorul erorii standard corectate pentru panel. Rezultatele arată că investițiile în energie regenerabilă au un impact pozitiv semnificativ asupra consumului de energie. În timp ce investițiile în apă, investițiile în reciclare și capitalizarea bursieră au un impact pozitiv nesemnificativ asupra consumului de energie.

Rezultatele pentru Modelul 2 din **Tabelul nr. 8** au relevat că investițiile în energie regenerabilă au un impact pozitiv nesemnificativ asupra consumului de energie. Investițiile în apă și investițiile în reciclare au impacturi negative nesemnificative asupra consumului de energie. Cu toate acestea, capitalizarea bursieră are un impact pozitiv nesemnificativ asupra consumului de energie. Constatările indică faptul că două dintre cele patru variabile de investiții de mediu sunt corelate negativ cu consumul de energie. Prin urmare, se poate deduce din dominanță că există o corelație negativă între investițiile de mediu și consumul de energie pe baza testelor modelului FGLS și PCSE.

Tabelul nr. 8. Metoda celor mai mici pătrate generalizate fezabile și erorile standard corectate pentru panou pentru Modelul 2

Variabile	(1) Principalele rezultate FGLS Consum de energie	z	(2) PCSE Consum de energie
Investiții în energie regenerabilă	0,0204	0,28	0,0204
	(0,0729)		(0,0775)
Investiții în apă	-0,249	-1,43	-0,249***
	(0,173)		(0,00467)
Investiții în reciclare	-0,784***	-2,60	-0,784***
	(0,302)		(0,00941)
Capitalizarea bursieră	0,0767	-0,27	0,0767***
	(0,283)		(0,0249)
Constantă	-0,0763	0,66	-0,0763***
	(0,115)		(0,00509)
Observații	96		96
R-pătrat			0,069
Număr de cod	24		24

*Erorile standard în paranteze: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1; Metoda celor mai mici pătrate generalizate fezabile (FGLS) și erorile standard corectate pentru panou (PCSE)*

Sursa: rezultate generate de Stata

Constatările sunt în concordanță cu cele ale lui Chang și colaboratorii (2021), care găsesc o relație negativă între energia regenerabilă (investițiile de mediu) și utilizarea energiei (eficiența resurselor). Zhang, Liu, Zhang și Ma (2023) au constatat o relație pozitivă între investițiile de mediu și eficiența resurselor. Conform lui Adomako, Simms, Vazquez-Brust & Nguyen (2023), teoria părților interesate sugerează că o conștientizare a mediului permite dezvoltarea unor practici inovatoare, eficiente din punct de vedere al resurselor și prietenoase cu mediul. Tan, Kasiveloo și Abdullah (2022) sugerează că un număr mare de persoane doresc să investească în companii implicate în sustenabilitate, menținând un mediu curat prin inițiativele lor de mediu. Rezultatele sunt în contrast cu teoria părților interesate, deoarece există indicii că investițiile de mediu nu sunt legate de eficiența resurselor, în timp ce teoria susține satisfacerea nevoilor părților interesate. Conform teoriei, companiile sunt instituții sociale care au o datorie față de părțile interesate, care include protejarea mediului (Waheed & Zhang, 2020; Bischoff, 2021). Presiunea părților interesate, conform teoriei agenției, poate determina companiile să ignore parțial reglementările sociale sau de mediu, ceea ce le-ar putea împiedica capacitatea de a utiliza resursele eficient (Adomako, Simms, Vazquez-Brust & Nguyen, 2023).

Concluzii

Scopul studiului a fost de a determina relația dintre investițiile corporative în mediu și eficiența resurselor. Studiul a avut două modele. Variabilele pentru Modelul 1 au fost următoarele: variabila dependentă consumul de apă (pentru eficiența resurselor) și variabile independente investiții în energie regenerabilă, investiții în apă și investiții în reciclare cu variabila de control capitalizarea bursieră. Modelul 2 a avut următoarele variabile: variabila dependentă consumul de energie, variabile independente și variabile independente investiții în energie regenerabilă, investiții în apă și investiții în reciclare cu variabila de control capitalizarea bursieră.

Rezultatele studiului au indicat o relație negativă între investițiile corporative în mediu și eficiența utilizării resurselor. Acest lucru sugerează că economia ar avea de suferit considerabil în lipsa acestor investiții deoarece s-ar produce daune semnificative asupra mediului, cum ar fi poluarea, care ar agrava schimbările climatice. Drept urmare, eficiența utilizării resurselor de către companii ar fi slab menținută, iar impactul negativ asupra mediului în care își desfășoară activitatea ar fi semnificativ. Companiile analizate în acest studiu ar putea lua în considerare dobândirea unei alfabetizări ecologice și să urmărească evoluțiile reglementărilor pentru a le sprijini în viitoarele interacțiuni legate de eficiența resurselor și investițiile în mediu. Cercetările viitoare ar trebui să se concentreze pe un eșantion mai mare și să includă alte tipuri de investiții de mediu, care nu au fost luate în calcul în acest studiu. Conform concluziilor studiului, se recomandă ca firmele să exploreze alte investiții de mediu, cum ar fi cele legate de energia regenerabilă, având în vedere că majoritatea companiilor adoptă practici ecologice, ceea ce ar contribui la creșterea eficienței utilizării resurselor.

Bibliografie

1. Adeleye, B.N., Akam, D., Inuwa, N., James, H.T. and Basila, D., 2023. Does globalization and energy usage influence carbon emissions in South Asia? An empirical revisit of the debate. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(13), pp.36190-36207.
2. Adeleye, B.N., Bengana, I., Boukhelkhal, A., Shafiq, M.M. and Abdulkareem, H.K., 2022. Does human capital tilt the population-economic growth dynamics? Evidence from Middle East and North African countries. *Social Indicators Research*, 162(2), pp.863-883.
3. Adomako, S., Simms, C., Vazquez-Brust, D. and Nguyen, H.T., 2023. Stakeholder green pressure and new product performance in emerging countries: a cross-country study. *British Journal of Management,* 34(1), pp.299-320.
4. Aldieri, L., Makkonen, T. and Vinci, C.P., 2022. Do research and development and environmental knowledge spillovers facilitate meeting sustainable development goals for resource efficiency? *Resources Policy*, 76, p.102603.
5. Aksar, M., Hassan, S., Kayani, M., Khan, S. and Ahmed, T., 2022. Cash holding and investment efficiency nexus for financially distressed firms: The moderating role of corporate governance. *Management Science Letters*, 12(1), pp.67-74.
6. Awan, U., Arnold, M.G. and Gölgeci, I., 2021. Enhancing green product and process innovation: Towards an integrative framework of knowledge acquisition and environmental investment. *Business Strategy and the Environment*, 30(2), pp.1283-1295.
7. Bătae, O.M., Dragomir, V.D. and Feleagă, L., 2021. The relationship between environmental, social, and financial performance in the banking sector: A European study. *Journal of Cleaner Production*, 290, pp.125-791.
8. Bischoff, K., 2021. A study on the perceived strength of sustainable entrepreneurial ecosystems on the dimensions of stakeholder theory and culture. *Small Business Economics*, 56(3), pp.121-1140.
9. Boakye, D.J., Tingbani, I., Ahinful, G.S. and Nsor-Ambala, R., 2021. The relationship between environmental management performance and financial performance of firms listed in the Alternative Investment Market (AIM) in the UK. *Journal of Cleaner Production*, 278, pp.1-16.
10. Chang, H.Y., Liang, L.W. & Liu, Y.L., 2021. Using environmental, social, governance (esg) and financial

indicators to measure bank cost efficiency in Asia. *Sustainability*, 13(20), pp.11-139.
11. Cheng, X., Yan, C., Ye, K., & Chen, K. 2024. Enhancing resource efficiency through the utilization of the green bond market: An empirical analysis of Asian economies. *Resources Policy*, 89, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104623
12. Daugaard, D. and Ding, A., 2022. Global drivers for ESG performance: The body of knowledge. *Sustainability*, 14(4), p.21-22.
13. de Andrade, R. D., Benfica, V. C., de Oliveira, H. V. E., & Suchek, N. 2025. Investigating green jobs and sustainability in SMEs: Beyond business operations. *Journal of Cleaner Production*, 486, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144477
14. Dionisio, M. and de Vargas, E.R., 2022. Integrating corporate social innovations and cross-collaboration: An empirical study. *Journal of Business Research*, 139, pp.794-803.
15. Dong, N., Xiang, Y., Zhang, L., Zhao, Q. and Tang, Y., 2022. Human resource quality and value of cash holdings in Chinese listed firms. *The Journal of Developing Areas*, 56(1), pp.107-115.
16. Esty, D.C., 2020. Creating investment-grade corporate sustainability metrics. *Values at Work*, pp.51-66.
17. Emmanuel, Y. L., Doorasamy, M., Kwarbai, J. D., Otekunrin, A. O., & Osakede, U. A. 2024. Relationship of Environmental Disclosure of Renewable Energy, Carbon Emissions, Waste Management, Water Consumption, and Banks' Financial Performance. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(2), 584-593
18. Freeman, R.E., Phillips, R. and Sisodia, R., 2020. Tensions in stakeholder theory. *Business & society*, 59(2), pp.213-231.
19. Hardiyanti, S.E., 2022. The significance of debt policy as a reinforcement factor in the effect of managerial ownership and profitability toward company value. *Management Science Research Journal*, 1(1), pp.1-11.
20. Hengst, I.A., Jarzabkowski, P., Hoegl, M. and Muethel, M., 2020. Toward a process theory of making sustainability strategies legitimate in action. *Academy of Management Journal*, 63(1), pp.246-271.
21. Jin, I., 2022. Systematic ESG risk and passive ESG investing. *The Journal of Portfolio Management*, *48*(5), pp.71-86.
22. Liu, L., Zhao, Z., Zhang, M. and Zhou, D., 2022. Green investment efficiency in the Chinese energy sector: Overinvestment or underinvestment? *Energy Policy*, 160:112-694.
23. Nwachukwu, D. and Worlu, E.E., 2023. Sales Force Compensation Techniques and Sales Performance of Bakery Firms in Port Harcourt. *International Journal of Management Sciences*, 10(1), pp.1-26.
24. Osabohien, R., Jaaffar, A. H., Setiawan, D., & Igharo, A. E. 2025. Economic growth, climate change and clean energy in a post-COVID era. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15(2), https://doi.org/10.3390/en17040804
25. Ozkan, O., Eweade, B. S., & Usman, O. 2024. Assessing the impact of resource efficiency, renewable energy R&D spending, and green technologies on environmental sustainability in Germany: evidence from a wavelet quantile-on-quantile regression. *Journal of Cleaner Production*, 450, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141992
26. Pedol, M., Biffi, E. and Melzi, S., 2021. Sustainability game. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, pp.1540-1548.
27. Schaltegger, S., Hörisch, J. and Freeman, R.E., 2019. Business cases for sustainability: A stakeholder theory perspective. *Organization & environment*, 32(3), pp.191-212.
28. Schilirò, D., 2019. Sustainability, innovation, and efficiency: A key relationship. In *Financing sustainable development*, pp.83-102.
29. Steblyanskaya, A., Wang, Z., Martynov, A., Mingye, A., Artykhov, V., Wang, Z., Bocharnikov, V. and Kiselik, A., 2021. New energy-resource efficiency, technological efficiency, and ecosystems impact ratings for the sustainability of china's provinces. *Sustainability*, 13(1), pp.354.
30. Suárez-Fernández, S., Zapico, E., & Boto-García, D. 2025. Water-saving strategies at hotels: which are more effective? *Current Issues in Tourism*, 28(7), pp. 1135-1154.
31. Tan, K.H., Kasiveloo, M. and Abdullah, I.H., 2022. Token economy for sustainable education in the future: A scoping review. *Sustainability*, 14(2), pp.1-19.
32. Tanaka, K., Boucher, O., Ciais, P., Johansson, D.J. and Morfeldt, J., 2021. Cost-effective implementation of the Paris Agreement using flexible greenhouse gas metrics. *Science advances*, 7(22), pp.9-20.
33. Valentinov, V., Roth, S. and Will, M.G., 2019. Stakeholder theory: A Luhmannian perspective. *Administration & society*, 51(5), pp.826-849.
34. Wang, J., Li, J. and Zhang, Q., 2021. Does carbon efficiency improve financial performance? Evidence from Chinese firms. *Energy Economics*, 104, pp.1-15.
35. Wojewnik-Filipkowska, A., Dziadkiewicz, A., Dryl, W., Dryl, T. and Bęben, R., 2019. Obstacles and challenges

in applying stakeholder analysis to infrastructure projects: Is there a gap between stakeholder theory and practice? *Journal of Property Investment & Finance*, 39(3), pp.199-222.

36. Wu, H., Wen, H., Li, G., Yin, Y., & Zhang, S. 2024. Unlocking a greener future: The role of digital finance in enhancing green total factor energy efficiency. *Journal of Environmental Management*, 364, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121456
37. Yu, S., Sial, M.S., Tran, D.K., Badulescu, A., Thu, P.A. and Sehleanu, M., 2020. Adoption and implementation of sustainable development goals (SDGs) in China – Agenda 2030. *Sustainability*, 12(15), pp.62-88.
38. Zhang, J., Liu, Y., Zhang, W. and Ma, X., 2023. Role of green technologies in enhancing the efficiency of natural resources. *Resources Policy*, 83, pp.103-624.
39. Zhang, D. and Xie, Y., 2022. Customer environmental concerns and profit margin: Evidence from manufacturing firms. *Journal of Economics and Business*, pp.1-15.
40. Zhao, L. and Rasoulinezhad, E., 2023. Role of natural resources utilization efficiency in achieving green economic recovery: evidence from BRICS countries. *Resources Policy*, 80, pp.103-164

audit FINANCIAR

Camera Auditorilor Financiari din România

Year XXIV, No. 181 - 1/2026

Papers presented at the IX[th] Congress of the Romanian financial auditor profession

Important for Authors!

The articles are submitted to the editor by e-mail at: revista@cafr.ro, written in MS Word format.
The authors are kindly requested to comply with the following:

- the articles submitted by non-Romanian authors must be written in English language;
- the article must include: the title; the authors and their professional and/or scientific affiliation, as well as their e-mail addresses; abstract; 4-5 key-words; JEL Classifications; introduction; the research methodology used; results and discussions; bibliography;
- the Abstract is compulsory, and must be written at the 3rd person, presenting the subject of the research, the main approaches and authors' contributions.

Tables and graphs/figures should be prepared in an editable/visible format and must be accompanied by its source specification.
The review of the articles is performed by members of the Scientific Assessment Council of the „Audit Financiar" Journal, by the „double-blind review" method, that is, the reviewers do not know the names of the authors, nor the authors know the names of the reviewers.
Assessment criteria for articles are: innovative input, topicality, importance and relevance for the subject matter, the quality of the research methodology, clarity and pertinence of the presentation and argumentation, the relevance of the bibliographic sources used, the contribution made to the research in the area.
The resolution of the Scientific Assessment Council of the journal can be: acceptance; acceptance with revisions; rejection.
The results of the assessments are communicated to the authors and only the articles approved by the Scientific Assessment Council are published.
More details can be found on our website: auditfinanciar.cafr.ro, section „For Authors Only".

Journal published by the
Chamber of Financial Auditors of Romania
67-69 Sirenelor Street, District 5, Bucharest, OP 5, CP 83

Scientific Director:
Professor **Pavel NĂSTASE**, Ph.D.

Editorial Director:
Corneliu CÂRLAN, Ph.D.

Editor in Chief:
Cristiana RUS

Editorial Assistant:
Cristina RADU

DTP: **Nicolae LOGIN**

The Scientific Editorial Board and the editorial technical team shall take no responsibility for the content of the articles published in the journal.

International Databases:
Cabell's;
Deutsche Zentralbibliothek für Wirtschaftswissenschaften;
DOAJ;
Ebsco;
ERIH PLUS;
Global Impact Factor;
Google Scholar;
Index Copernicus;
ProQuest;
Research Papers in Economics (RePEc);
Ulrich's

OSIM Trademark
no. M2010 07387

ISSN on-line: 1844-8801

E-mail: revista@cafr.ro

Journal's Site:
auditfinanciar.cafr.ro

Archive Site:
revista.cafr.ro

Audit Financiar, XXIV Nr. 1(181)/**2026**, *117-128*
ISSN on-line: 1844-8801

Paper presented at the IXth Congress of the Romanian financial auditor profession

Connectivity in Integrated Reports. A Systematic Approach to Understanding the Synergies

Andreea IURAȘ, Ph. D. Student,
Doctoral School of Economics and Business Administration, West University of Timișoara, Romania,
e-mail: andreea.iuras00@e-uvt.ro

Univ. Prof. Victoria BOGDAN, Ph. D.,
The Finance and Accounting Department, University of Oradea, Romania,
e-mail:vbogdan@uoradea.ro,
Doctoral School of Economics and Business Administration, West University of Timișoara, Romania,
e-mail: victoria.bogdan10@gmail.com

Abstract

Many companies have adopted integrated reporting by combining financial and non-financial data into one single report, responding to the stakeholders' increasing demand for more comprehensive and transparent information. Therefore, the present study aims to explore how the reporting practices of two companies, Novartis and Novo Nordisk, have changed to meet stakeholder expectations and to find the extent to which the principle of connectivity – a core element of integrated reporting – is reflected in their published integrated reports. This principle is crucial to providing a clear and integrated picture of an organization's activities and its ability to generate value in the short, medium and long term. It aims to illustrate how various types of information - such as financial and non-financial, qualitative and quantitative, internal and external - are interconnected within a unified corporate communication system - the integrated report. The analysis focuses on the integrated reports of the aforementioned companies, covering the period from 2021 to 2024. This study's methodology includes a qualitative content analysis of the reports, followed by a quantitative assessment of connectivity scores and their correlation with return on assets (ROA). The results reveal a shift in the structure and focus of financial and non-financial information reporting, a moderate application of the connectivity principle, and no link between the connectivity scores and ROA.

Key words: *integrated reporting; connectivity principle; CSR; financial reporting;*

JEL Classification: *M41, O33, C88*

To cite this article:
Iuraș, A., Bogdan, V. (2026), Connectivity in Integrated Reports. A Systematic Approach to Understanding the Synergies, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.117-128, DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/001

To link this article:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/001
Received: 28.07.2025
Revised: 8.08.2025
Accepted: 12.12.2025

Introduction

The primary objective of financial reporting is to provide stakeholders with accurate and reliable financial information about the company. At the same time, financial reports are the primary and common source for stakeholders to get the information they need in order to make sound investment decisions (Abu Hamour et al., 2024). What makes information useful for decision-making? Accounting standard-setters have decided that there are two fundamental characteristics that financial information must have in order to be useful: relevance and faithful representation (Weygandt et al., 2019). In addition, there are other characteristics, complementary to the fundamental characteristics, that enhance the usefulness of financial information, and these are: comparability, verifiability, timeliness and understandability (OMFP 1802/2014). The quality of quality financial reporting implies that firms proactively improve the scope and quality of the information they present, ensuring that market participants can make informed decisions about investments, loans and other financial matters (Martínez-Ferrero et al., 2015). The quality of financial reporting derives from the transparency, accuracy and completeness of financial information, the correct application of accounting standards, compliance with information disclosure regulations and timely financial reporting (Abu Hamour et al., 2024). Nevertheless, relying solely on financial information is insufficient for assessing performance, risks, and prospects (Minutiello & Tettamanzi, 2022). For this reason, corporations have recently been encouraged to invest more resources to make their decisions more socially responsible. Consequently, a corporation's corporate social responsibility (CSR) engagement has become increasingly significant (Yoon et al., 2024). On the same note, sustainability has become a priority for these companies, as stakeholders, consumers, and policymakers increasingly focus on the non-financial aspects of business management (Vitale et al., 2023). At the same time, businesses and organizations can be designed to contribute to sustainable development. This is the design of a sustainable business model (Lüdeke-Freund et al., 2022). A business model (BM) serves as a conceptual framework for understanding how a company operates. It can be used for analysis, comparison, performance evaluation, management, communication and innovation. Business models focus on how a company formulates its competitive strategy through the design of its products or services, pricing strategies, production costs, differentiation through its value proposition and the integration of its value chain with those of other firms in a value network ((Bocken et al., 2014)).

The transfer of the notion that business models serve as mediating devices that enable value creation with the help of new technologies and, respectively, other types of innovation, to sustainable entrepreneurship leads to the assumption that business models could also support the creation of ecological, social and economic value (Lüdeke-Freund, 2019). Through business model innovation (BMI), companies can, either as a whole or as individual parts, improve, transform or adopt completely new business models. If this innovation process aims to reduce the negative impact on the environment and increase the benefits for society, then it is called Sustainable Business Model Innovation (SBMI). Through this process, a business model can be considered sustainable (SBM) when environmental and social factors are taken into account, the value generated by these factors and puts the interests of stakeholders first ((Beard & De Giacomo, 2025). Moreover, companies release various types of reports to address stakeholders' information needs, including sustainability, integrated, SDG, and non-financial reports, which also serve as institutional instruments to enhance their practices in addressing sustainable development challenges (Lehenchuk et al., 2023).

According to KPMG's 2024 Sustainability Survey, 96% of the world's largest 250 companies consider ESG and sustainability reporting as part of their business, while only 78% of the top 100 companies from 58 countries report on sustainability.

Similar to financial reports, standalone sustainability reports have also displayed several shortcomings. For instance, they often include information on individual subjects such as a company's social and environmental impacts, practices, and policies (Leukhardt et al., 2022). Because these reports have been separated from financial reports, it has made it difficult for stakeholders to understand how these are linked to value creation (Ahmed & Hassan, 2025). To address these difficulties, various stakeholders have called for a single IR (Thawani et al., 2024). An extensive review of the literature reveals that the 2007/2008 financial crisis has heightened the demand of all stakeholders for greater transparency and increased ethical responsibility, thereby enhancing the importance of disclosure in integrated reporting (IR) and improving value relevance (Hichri, 2023). Corporate transparency is considered to be a measure of the timeliness and adequacy of how a firm transfers its intrinsic information to relevant external parties, such as investors or shareholders (Kim et al., 2012). Corporate disclosure is the process by which companies share financial, operational, and non-financial information with stakeholders and how it influences investor behavior, market efficiency, and governance. Disclosure channels include reports, press releases, and websites, which serve as essential tools for reducing information asymmetry and agency conflicts between managers and investors (Srivastava & Anand, 2023). IR is a comprehensive and concise communication about various aspects of an organization's strategy, governance, performance, and prospects, delivering benefits for both internal and external stakeholders in the short, medium, and long term (Malafronte & Pereira, 2025). In this sense, integrated reporting offers several advantages identified in studies on the topic, namely: information that aligns more closely with investors' needs; greater accuracy in the non-financial information provided to data sources; increased confidence among key users; improved decision-making regarding resource allocation, including cost reduction and enhanced risk management; better identification of opportunities; more profound commitment to investors and other stakeholders, including current and future employees, thereby facilitating the attraction and retention of skills; an enhanced public image; lower capital costs and improved access to capital (Frias-Aceituno et al., 2014). Since 2010, the International Integrated Reporting Council (IIRC) has been promoting integrated reporting (IR), which aims to show a holistic image of the firm and to explain how it generates value over time (short-, medium- and long-term) through an interaction with the external environment (Giner et al., 2024). The IIRC brought together global leaders from the corporate, investment, accounting, securities, regulatory, academic, civil society and standard-setting sectors to develop a new approach to reporting (IIRC, 2011). This approach envisions integrated reporting, which is the comprehensive and concise communication of various aspects of an organization's strategy, governance, performance and prospects, benefiting both internal and external stakeholders, in the short, medium and long term (Malafronte & Pereira, 2025). Although sustainability reports provide essential non-financial information for stakeholders and investors, integrating financial data with sustainability, management and reporting principles will yield significantly better results (Taşoğlu et al., 2024). In 2020, the IIRC, which promoted integrated reporting the most (integrated reporting being a combined form of reporting, which involves reporting on the six capitals that companies use to create, maintain and destroy value: financial capital, human capital, production capital, natural capital, social capital and intellectual capital) (De Villiers et al., 2024).

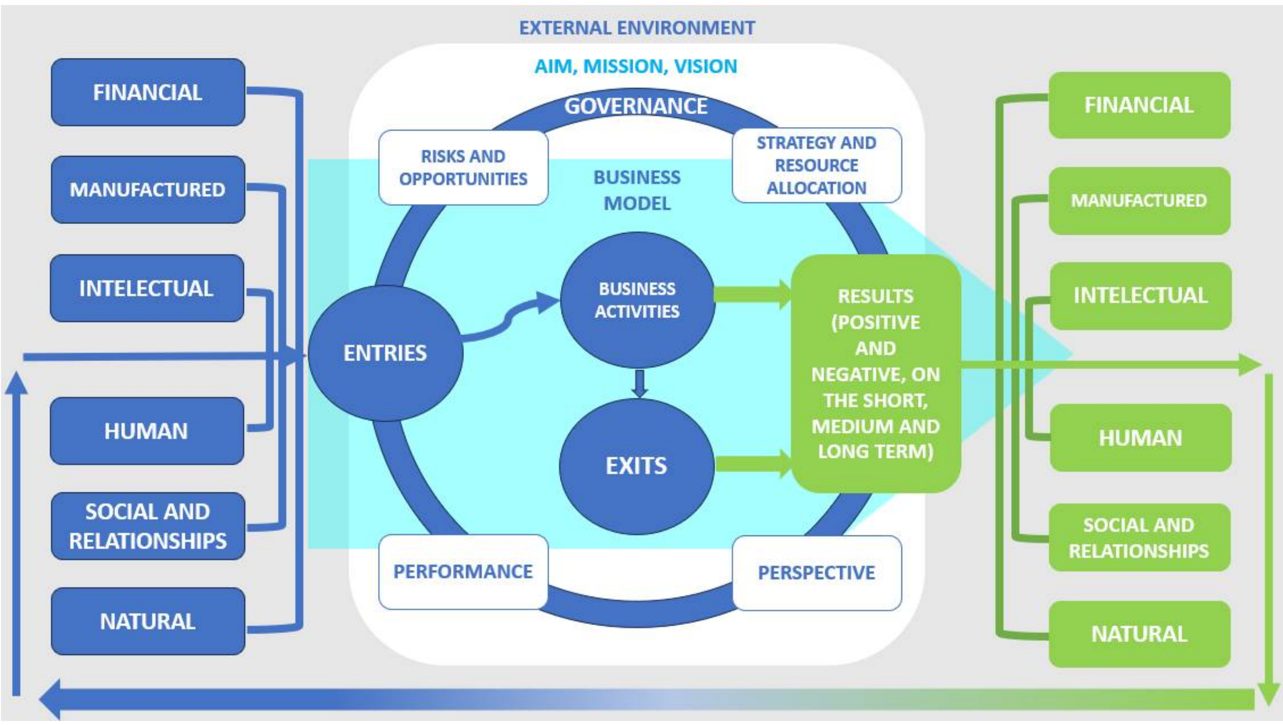
The guiding principles of integrated reporting are: strategic focus and future orientation, connectivity of information, stakeholder relationship, materiality, conciseness, reliability and completeness, consistency and comparability (IIRC, 2021). These principles are used both individually and together to prepare and present an integrated report. Their application requires judgment, especially when trade-offs arise, such as those between completeness and conciseness (IIRC, 2021). Our paper will primarily focus on the principle of connectivity, which entails representing the interrelatedness and dependencies among various factors (e.g., different resources or financial and non-financial information) influencing the organization's capacity to create value over time (Giner et al., 2024). Therefore, the principle of information connectivity is crucial to providing a clear and integrated picture of an organization's activities and its ability to generate value in the short, medium and long term. It aims to illustrate how various types of information - such as financial and non-financial, qualitative and quantitative, internal and external - are interconnected within a unified corporate communication system - the integrated report (IIRC, 2021). Even though it is not a widely discussed subject, some studies indicate that when high assurance quality is paired with high disclosed connectivity of the capitals, it leads to a notable reduction in information asymmetry (Grassmann et al., 2022); the extent of disclosed capitals' connectivity shows a positive relationship with firms' financial and non-financial performance (Zhou et al., 2022); the more connected the contents of a report, the greater its comprehensibility, coherence, and conciseness (Busco et al., 2019). At the same time, the connectivity and usefulness of an integrated report are enhanced when it is logically organized, clearly presented, written in straightforward, jargon-free language, and includes useful navigation features such as clearly marked (but related) sections and cross-references. In this context, information and communication technology can enhance the ability to search, combine, access, personalize, connect, analyse, or reuse information (IIRC, 2021).

Therefore, our study aims to investigate how the reporting method developed over four years for two pioneers of integrated reporting, to see how they adapted to the ongoing stakeholder challenges for reporting financial and non-financial information, and to analyse the extent to which the connectivity principle is applied in these integrated reports. In order to investigate this, the paper is organized as follows: first, an overview of several relevant studies is provided; next, we describe the data and methodology; further on, we conduct a descriptive analysis and discuss the results; and finally, at the end of the paper, we choose to summarize the main conclusions, limitations, and potential paths for future research.

1. Literature Review

Annual reports written and presented briefly and concisely, with included pictures, are more comprehensible. Corporate annual reports utilize financial graphs to shape the reader's positive perception of a company's success through selective presentation, thus forming an impression management strategy (Taşoğlu et al., 2024). While sustainability reports offer essential non-financial insights for stakeholders and investors, integrating financial data with sustainability, management, and reporting principles will yield significantly better outcomes (Taşoğlu et al., 2024). A recent strand of literature assesses the capacity of IR to convey valuable information on the firm's performance and value creation processes, thus investigating its ability to increase the quality, rather than the quantity, of disclosed information (Cortesi & Vena, 2019). Therefore, IR aims to enhance the quality of information available to financial capital providers by encouraging companies to adopt a holistic and efficient approach to corporate reporting that draws on diverse elements of reporting, with the view that companies should communicate factors that affect them in creating value (Fayad et al., 2024). A better visualization of the process by which value is created, preserved or eroded can be found in **Figure no. 1**.

Figure no. 1. The process through which value is created, kept or eroded



Source: made by the authors based on IIRC (2021)

A key aspect of the International Integrated Reporting Framework (IIRC, 2021) is the ongoing process by which organizations create, maintain, or diminish value over time. As the framework notes, value is not always generated automatically; instead, it can be preserved when an organization's use of various capitals remains constant or may decline due to inappropriate strategic or operational choices. This complex process is influenced by a variety of internal and external factors that work together. To manage external challenges, organizations must continuously identify risks and opportunities, adjust their strategies, and allocate resources accordingly. As a result, performance becomes an essential feedback loop for decision-making, reinforced by evaluation and monitoring systems. Furthermore, the <IR> framework emphasizes that this process is dynamic, requiring regular review of all components involved to encourage sustainable value creation and ensure long-term organizational resilience (IIRC, 2021).

Prior studies report evidence on the positive influence of IR on different kinds of value creation. For example, Cortesi and Vena (2019) examine the impact of voluntary IR adoption across 636 companies in 57 countries over a 15-year period, from 2003 to 2017. Their findings indicate that IR improves corporate disclosure and diminishes information asymmetries, raises the quality of reported earnings per share, does not positively affect the value relevance of book value, and offers marginally decreasing benefits. Velte (2022) offers a different perspective by presenting a comprehensive understanding of the governance, financial and non-financial performance, and reporting factors influencing IR and its role in enhancing firm value through a literature review of 85 peer-reviewed archival studies on the subject. His research indicates that the composition of boards and stakeholder pressure greatly enhances the quality of IR. Furthermore, both financial and non-financial performance encourage increased adoption and enhancement of IR practices. There is also a beneficial relationship between the adoption and quality of IR and improvements in company valuation, leading to better overall performance metrics.

Concerning the connectivity principle, Tirado-Valencia et al. (2024) examine if firms that produce integrated reports adhere to the connectivity principle between financial and non-financial data. Their findings reveal low connectivity levels, indicating that these firms have not entirely embraced this principle. Nevertheless, the analysis also suggests that coercive and normative institutional influences, along with management decisions, enhance connectivity. Another study, conducted by Grassmann et al. (2019), examines the association between economic firm-level characteristics and the extent of disclosed connectivity of the capitals through regression analysis. The findings indicate high heterogeneity in how much connectivity between capitals is disclosed in current integrated reporting practices. The extent of disclosed capitals' connectivity shows a positive relationship with firms' financial and non-financial performance, as well as the influence of strategic shareholders and debt providers. Conversely, it is negatively linked to business model complexity and a competitive market environment. The same authors, (Grassmann et al., 2022) analyse the relationship among assurance, the reported connectivity of the capitals, and information asymmetry via a content analysis of 176 assurance statements found in the 269 integrated reports of Forbes Global 2000 companies disclosed from 2013 to 2015. The findings indicate that when high assurance quality is paired with high disclosed connectivity of the capitals, it leads to a notable reduction in information asymmetry. The approach of Zinsou (2018) sought to understand how the volume of non-financial information and the assessed connectivity status are combined with financial information to be communicated to the users. Overall, their findings suggest that the principle of connectivity that perfectly defines the integrated character of a report is only moderately respected by the companies in the sample.

2. Methodology and Data Collection

Our methodology consists of a qualitative content analysis of the integrated reports of the Danish healthcare company Novo Nordisk and Swiss healthcare company Novartis, over a four-year period (2021 to 2024), followed by a quantitative one. These companies were selected as Novartis's head of corporate brand and reputation management, Carrie Scott, mentioned in the *ACCA Insights into integrated reporting 2.0*: walking the talk, that Novartis is benefiting from knowledge-sharing with its counterparts from industry peer Novo Nordisk, which was featured in ACCA's 2016 Insights into Integrated Reporting. We also conducted descriptive statistics, summarizing observations to convey the maximum amount of information as simply as possible. They are presented concisely to highlight the basic features of the data in a study, such as the total score, mean, median, maximum score, and minimum score. Our first step consisted in downloading the integrated reports from 2021 to 2024 from each company's website. Our next step consisted of collecting general data from the integrated reports, such as: the total number of pages for each report, the total number of words, how many times words like 'ESG' and 'sustainab*' were mentioned.

Upon extracting general information from the integrated reports, we measured the connectivity of the selected companies' integrated reports. In measuring the connectivity, we followed the methodology of Tirado-Valencia et al. (2024). First, we determined the dimensions of connectivity (**Table no. 1**), then we proceeded with coding the connectivity levels on a scale of 0 to 3. A score of 0 is allocated when the elements in each dimension lack connections and the content is presented in a detached, overly narrative style. A score of 1 is awarded when there are a few connections among the dimensions' aspects, though these are minimal. A score of 2 is given when connections are frequent, and supportive elements that clarify interrelationships are available (e.g., tables, charts, graphs, diagrams). The scale reaches a value of 3 when connections are highly frequent, and numerous elements help illustrate interdependencies, further enriched by various visual aids (e.g., tables, diagrams, graphs, figures). We then used the Gretl software to visualise the main properties of the scores better. GRETL, an acronym for GNU Regression, Econometrics and Time-series Library, is a cross-platform software package for econometric analysis, written in the C programming language. We used the free version found at https://gretl.sourceforge.net/index.html.

Table no. 1. Dimensions of connectivity

Connectivity between capitals	The six categories of capital are outlined along with their interconnections, such as the financial implications of environmental initiatives. This section describes capital flows and their significance in the value creation, featuring key indicators to assess their inputs, outputs, and outcomes. The capitals are associated with additional Integrated Reporting (IR) framework elements, including their ties to strategic objectives, action plans, risk assessments, and sustainable development goals (SDGs). The impacted capitals are identified when examining the fundamental sustainability reporting principles, like stakeholder engagement, materiality analysis, and strategic responses.
Connectivity between information of different nature	The report shows the connections between financial and non-financial information (e.g., financial and non-financial KPIs are linked). It includes references to the long term and provides forecasts for data related to the medium—to long-term strategy. Quantitative information complements and enhances the understanding of qualitative aspects (e.g., narrative content is supplemented with tables featuring its main KPIs).
Report interactivity	The report connects with various information sources, allowing users to navigate sections through the table of contents. It includes internal links, utilizing hyperlinks or navigator tools. Additionally, the report offers access to external resources, improving understanding of the material through hyperlinks or QR codes.

Source: authors' work, according to Tirado-Valencia et al. (2024)

Novo Nordisk is a Danish healthcare company that positions itself as a world leader in diabetes care and is one of the earliest adopters of One Report (Integrated Report). In delivering integrated information, Novo Nordisk highlights the link between its sustainable business practices, rooted in the Triple Bottom Line approach, and its financial performance (Eccles & Krzus, 2010). Their story begins in 1923 when two small companies that started the production of the revolutionary new drug, insulin. In 1989, they decided to merge, therefore resulting in the Novo Nordisk company. They expanded rapidly, taking leading positions within diabetes care, obesity care, haemophilia care, and therapies for rare endocrine disorders (Novo Nordisk, 2025). De Villiers et al. (2014) determined the selection of this company, which was mentioned as one of the pioneers of integrated reporting.

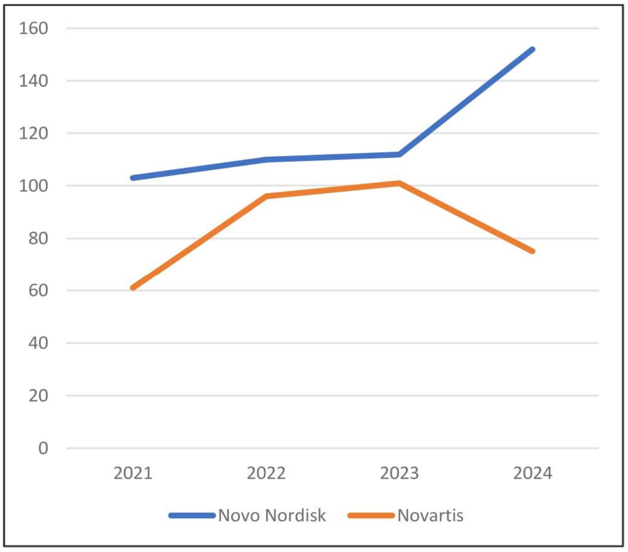
Novartis specializes in innovative medicines, focusing on the research, development, manufacturing, distribution, marketing, and sale of a wide variety of pharmaceutical products. In 2024, its medicines reached 296 million patients worldwide (Novartis, 2024 Integrated Report). This company was selected because it is part of the same industry as Novo Nordisk.

Our study will analyze how their reporting method developed over the four-year period to see how they adapted to the ongoing stakeholder challenges for reporting financial and non-financial information, mainly to understand if the connectivity principle is applied in these integrated reports.

3. Results and Discussions

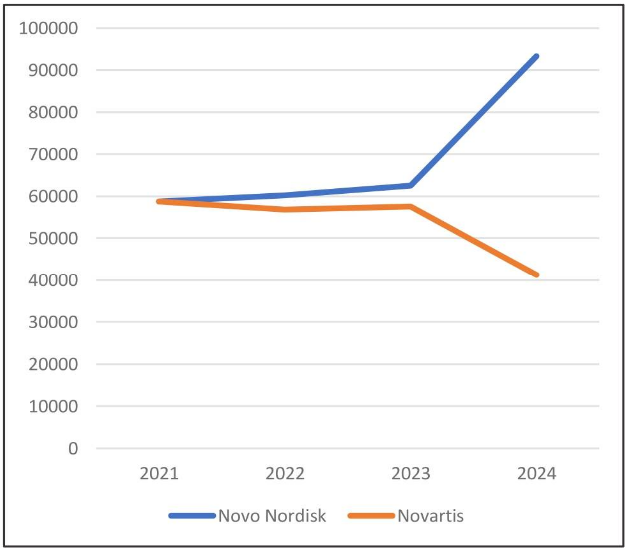
The first aspect analysed concerns Novo Nordisk and Novartis's general information: the total number of pages of the integrated report and the lengths of narrative sections measured in words per document.

Figure no. 2. Length of integrated reports



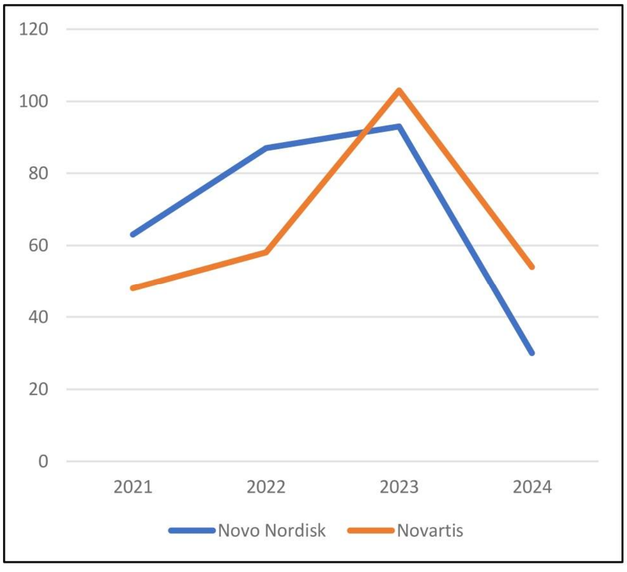
Source: authors' work

Figure no. 3. Length of narrative sections



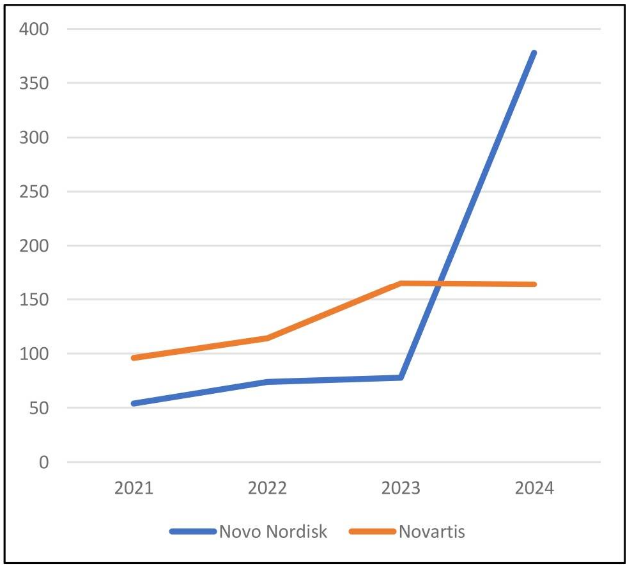
Source: authors' work

Figure no. 4. Frequency of „ESG"



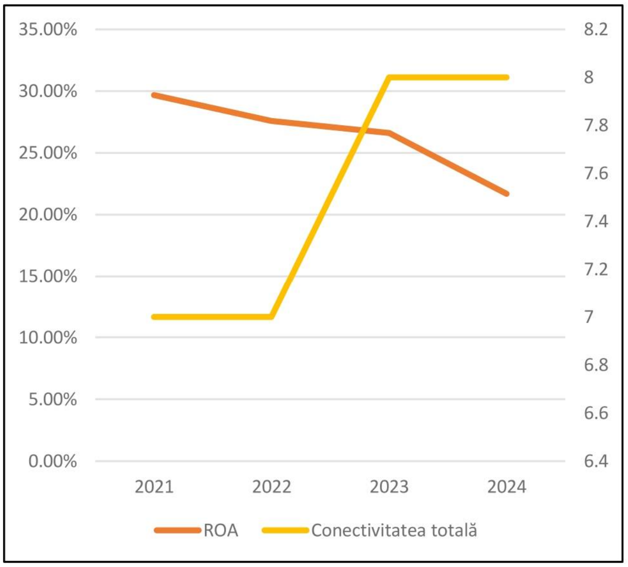
Source: authors' work

Figure no. 5. Frequency of words derived from sustainability (sustainab*)



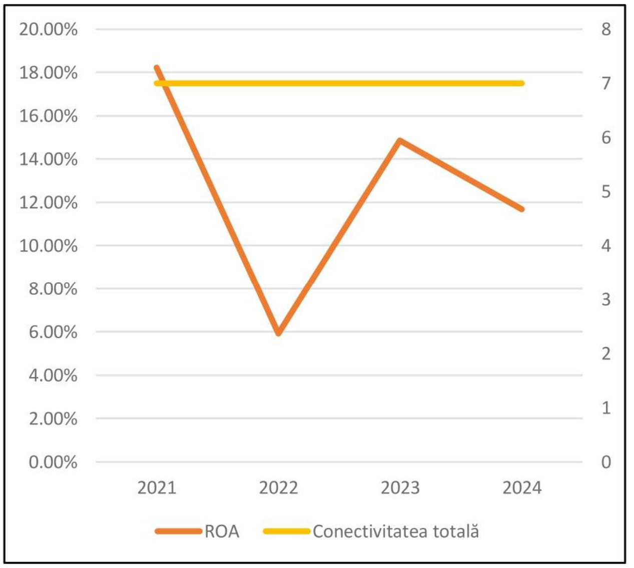
Source: authors' work

Figure no. 6. Novo Nordisk: ROA vs. Total connectivity



Source: authors' work

Figure no. 7. Novo Nordisk: ROA vs. Total connectivity



Source: authors' work

As can be seen in **Figure no. 2**, both companies' integrated reports increase in number of pages in the analysed four-year period, except for Novartis, whose number of pages of the 2024 report drops significantly, from 101 pages in 2023 to 75 pages in 2024. Upon analysing this matter, we observed that Novartis's 2024 Integrated Report became more easily readable than the previous ones, presenting more graphs and tables.

Regarding the length of narrative sections, the same trend as for the total number of pages can be seen in **Figure no. 3**, which has the same reasoning.

Another aspect that we wanted to analyse was the frequency of words such as 'ESG' and 'sustainab*'. We considered 'sustainab*' in order to allow for any other suffixes of the word.

According to **Figure no. 4**, the 'ESG' word count was rising for the first three years, followed by a decrease in the fourth. This could be because both companies report ESG matters in a more specific way, as stated by the frameworks that they are following. For example, Novo Nordisk began reporting based on the European Sustainability Reporting Standards (ESRS) for the year 2024, and Novartis stopped mentioning the Sustainability Accounting Standards Board (SASB) when constructing the basis of the report preparation.

In terms of the frequency of the sustainability-related words, Novartis presents a gradual yearly increase (**Figure no. 5**). In contrast, Novo Nordisk presents a gradual increase in the first three years, followed by a significant surge in frequency in 2024. The reason for this could also be the preparation of the report based on the ESRS. Other important aspects that drew our attention from the very first pages are the table of contents of each report. Firstly, in the case of Novartis, for the reports from 2021 and 2022, they did not have a dedicated section for ESG or sustainability matters, but they were mentioned all around the report. For the year of 2023, they dedicated two subchapters to these matters, namely one named 'Our ESG strategy', which was a part of the company's operating environment and strategy chapter, and one named 'Environmental sustainability', which was presented in the 2023 performance chapter. Next, in 2024, the integrated report comprises of a full chapter named 'Sustainability matters', which is then sectioned into environmental matters, social matters, and governance and integrity matters. Secondly, in the case of Novo Nordisk, in 2021, 2022, and 2023, the "Consolidated ESG statement" was presented after the "Consolidated financial statements". However, in 2024, a shift brought the "Sustainability statement" before the 'Financial statements and additional information'. A reason for both companies to position sustainability matters before financial ones is to comply with stakeholder pressures for more transparency regarding ESG matters by communicating their business strategy and value creation, perpetuating the idea of sustainable development of the company.

Further, we analysed the report content of the two companies to assess the levels of connectivity in the three defined dimensions. While acknowledging the subjective nature of content analysis measurements, this methodology is one of the most widely used for analysing non-financial reports (Dumay et al., 2016). In terms of connectivity scores, both companies achieved the maximum score for report interactivity, featuring hyperlinks, links to additional information, and an interactive table of contents. In terms of the connectivity between capitals, the scores were similar, the main connections being between financial capital through investments and intellectual capital through R&D; financial capital through aids and social and relationship capital through different categories of patients; financial capital through investments, manufactured capital through plants, and natural capital through renewable energy, a.s.o. The lowest score was achieved regarding connectivity between financial and non-financial information. Very few information was presented regarding, for example, the costs of several environmental activities, or the costs of training the employees regarding sustainability or ethics matters, a.s.o.

Considering that the companies' maximum score could be 9, the resulting mean of 7.26 and the median of 7,00 indicate that the integrated reports mainly connect several factors but are not fully connected. As stated before, the connectivity between financial and non-financial information obtained the worst result (1,63; 2,00), and the report's interactivity obtained the best result (3,00; 3,00). In an attempt to determine whether the total connectivity score is linked to Return on Assets (ROA), we created an overlay graph of both parameters. As shown in **Figure no. 6 and no. 7**, the trends of ROA are inconsistent with the trends of the total connectivity score, indicating that they are independent of each other.

4. Conclusions, Limits and Furure Agenda

IR advocates for a holistic approach to connectivity that promotes the existence of integrated thinking, which breaks down information silos and facilitates dialogue between functional units. This shift in mindset should provide external stakeholders with higher-quality reporting that represents the trade-offs between various contents and adopts a long-term approach to sustainable value creation.

Our results are consistent with those of Tirado-Valencia et al. (2024) and Zinsou (2018), who state that the connectivity principle is only moderately respected when preparing and disclosing information through integrated reports. The resulting mean of 7.26 indicates that the integrated reports mainly connect several factors but are not fully and wholeheartedly connected. This can be a cause of the differences that lie in choosing the framework by which they report.

Another important aspect that drew our attention from the very first pages is the table of contents of each report. Firstly, in the case of Novartis, the reports from 2021 and 2022 did not have a dedicated section for ESG or sustainability matters, but they were mentioned throughout the report. For 2023, they dedicated two subchapters to these matters, namely one named ‘Our ESG strategy’, which was a part of the company’s operating environment and strategy chapter, and one named ‘Environmental sustainability’, which was presented in the 2023 performance chapter. Next, in 2024, the integrated report comprises of a full chapter named ‘Sustainability matters’, which is then sectioned into environmental matters, social matters and governance and integrity matters. Secondly, in the case of Novo Nordisk, in 2021, 2022, and 2023, the “Consolidated ESG statement” was presented after the “Consolidated financial statements”. However, in 2024, a shift brought the “Sustainability statement” before the ‘Financial statements and additional information’. A reason for both companies to position sustainability matters before financial ones is to comply with stakeholder pressures for more transparency regarding ESG matters by communicating their business strategy and value creation, perpetuating the idea of sustainable development of the company.

The implications of our study are numerous. Our study can serve as a starting point for normalizing the reporting frameworks concerning healthcare companies and specifying what is essential to disclose, allowing users of the integrated reports to benefit from their comparability. Additionally, our study can act as a wake-up call for practitioners to honor the connectivity principle when preparing integrated reports, enabling users to access relevant information more effectively and comprehensively. Lastly, our study can be scaled up, allowing academics the opportunity to develop the study and further analyse the development of integrated reporting, and emphasizing the importance of respecting the connectivity principle, in order to enhance the quality of these reports and to make it as accessible as possible to any stakeholder. Our study's limitation lies in the subjectivity of determining the connectivity scores given by human interference. Another limitation is the study's sample of only two companies from the same industry, which does not allow us to make generalisations. Furthermore, although the principles of integrated reporting are universal, the framework through which both companies report differs, one of them being part of the EU and the other not. In terms of future research, it would be helpful to broaden the sample of companies and to try to eliminate the subjectivity of the authors in assessing the connectivity levels by bringing more insights from different authors, therefore leading to normalized results.

Bibliography

Articles:

1. Abu Hamour, A. M., Saleh, M. M. A., Abdo, K. K., Alzu'bi, A. K. A., Alnsour, E. A., & Jwaifel, A. M. Y. (2024). The effect of financial reporting quality on earnings quality of industrial companies. *Corporate and Business Strategy Review*, *5*(2), 38–50. https://doi.org/10.22495/cbsrv5i2art4
2. Ahmed, M. M. A., & Hassan, D. K. A. S. A. (2025). Integrated reporting in accounting research from 2013 to 2022: A systematic literature review and future research directions. *Meditari Accountancy Research*, *33*(1), 296–334. https://doi.org/10.1108/MEDAR-01-2024-2317
3. Beard, M. N., & De Giacomo, M. R. (2025). Which sustainable business model archetypes are more prevalent? An analysis of small and medium-sized enterprises. *Journal of Cleaner Production*, *504*, 145240. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145240
4. Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, *65*, 42–56. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039
5. Busco, C., Malafronte, I., Pereira, J., & Starita, M. G. (2019). The determinants of companies' levels of integration: Does one size fit all? *The British Accounting Review*, *51*(3), 277–298. https://doi.org/10.1016/j.bar.2019.01.002
6. Cortesi, A., & Vena, L. (2019). Disclosure quality under Integrated Reporting: A value relevance approach. *Journal of Cleaner Production*, *220*, 745–755. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.155
7. De Villiers, C., Dimes, R., La Torre, M., & Molinari, M. (2024). The International Sustainability Standards Board's (ISSB) past, present, and future: Critical reflections and a research agenda. *Pacific Accounting Review*, *36*(2), 255–273. https://doi.org/10.1108/PAR-02-2024-0038
8. Dumay, J., Bernardi, C., Guthrie, J., & Demartini, P. (2016). Integrated reporting: A structured literature review. *Accounting Forum*, *40*(3), 166–185. https://doi.org/10.1016/j.accfor.2016.06.001
9. Fayad, A. A. S., Binti Mohd Ariff, A. H., Ooi, S. C., Ahmi, A., & Khatib, S. F. A. (2024). Towards concise reporting through integrated reporting: A bibliometric review. *Meditari Accountancy Research*, *32*(3), 832–856. https://doi.org/10.1108/MEDAR-10-2021-1470
10. Frias-Aceituno, J. V., Rodríguez-Ariza, L., & Garcia-Sánchez, I. M. (2014). Explanatory Factors of Integrated Sustainability and Financial Reporting. *Business Strategy and the Environment*, *23*(1), 56–72. https://doi.org/10.1002/bse.1765
11. Giner, B., Pardo, F., & Barreto, C. (2024). Interconnecting financial and sustainability information: Does the multi-capital approach explain adherence to the IIRC framework? *Spanish Journal of Finance and Accounting / Revista Española de Financiación y Contabilidad*, *53*(4), 395–426. https://doi.org/10.1080/02102412.2023.2288408
12. Grassmann, M., Fuhrmann, S., & Guenther, T. W. (2019). Drivers of the disclosed "connectivity of the capitals": Evidence from integrated reports. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, *10*(5), 877–908. https://doi.org/10.1108/SAMPJ-03-2018-0086
13. Grassmann, M., Fuhrmann, S., & Guenther, T. W. (2022). Assurance quality, disclosed connectivity of the capitals and information asymmetry – An interaction analysis for the case of integrated reporting. *Meditari Accountancy Research*, *30*(3), 852–892. https://doi.org/10.1108/MEDAR-11-2020-1087
14. Hichri, A. (2023). Audit quality, value relevance, integrated reporting and the moderating role of business ethics: Evidence from European ESG firms. *Review of Accounting and Finance*, *22*(5), 663–681. https://doi.org/10.1108/RAF-03-2023-0073

15. Kim, Y., Park, M. S., & Wier, B. (2012). Is Earnings Quality Associated with Corporate Social Responsibility? *The Accounting Review*, *87*(3), 761–796. https://doi.org/10.2308/accr-10209
16. Lehenchuk, S., Zhyhlei, I., Ivashko, O., & Gliszczyński, G. (2023). The Impact of Sustainability Reporting on Financial Performance: Evidence from Turkish FBT and TCL Sectors. *Sustainability*, *15*(20), 14707. https://doi.org/10.3390/su152014707
17. Leukhardt, L., Charifzadeh, M., & Diefenbach, F. (2022). Does integrated reporting quality matter to capital markets? Empirical evidence from voluntary adopters. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *29*(5), 1482–1494. https://doi.org/10.1002/csr.2285
18. Malafronte, I., & Pereira, J. (2025). What comes first? The chicken–egg relationship between integrated thinking and reporting. *Journal of Management and Governance*. https://doi.org/10.1007/s10997-025-09738-y
19. Martínez-Ferrero, J., Garcia-Sanchez, I. M., & Cuadrado-Ballesteros, B. (2015). Effect of Financial Reporting Quality on Sustainability Information Disclosure. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *22*(1), 45–64. https://doi.org/10.1002/csr.1330
20. Minutiello, V., & Tettamanzi, P. (2022). The quality of nonfinancial voluntary disclosure: A systematic literature network analysis on sustainability reporting and integrated reporting. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *29*(1), 1–18. https://doi.org/10.1002/csr.2195
21. Taşoğlu, N. P., Akbulut, D., & Acer, A. (2024). The Role of Sustainability Statements in Investor Relations: An Analysis of the Annual Reports of Airline Companies. *Sustainability*, *16*(7), 2714. https://doi.org/10.3390/su16072714
22. Thawani, B., Panigrahi, T., & Bhatia, M. (2024). Eleven years of integrated reporting: A bibliometric analysis. *International Journal of Disclosure and Governance*, *21*(4), 666–684. https://doi.org/10.1057/s41310-024-00229-4
23. Velte, P. (2022). Archival research on integrated reporting: A systematic review of main drivers and the impact of integrated reporting on firm value. *Journal of Management and Governance*, *26*(3), 997–1061. https://doi.org/10.1007/s10997-021-09582-w
24. Vitale, G., Cupertino, S., & Riccaboni, A. (2023). The effects of mandatory non-financial reporting on financial performance. A multidimensional investigation on global agri-food companies. *British Food Journal*, *125*(13), 99–124. https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2022-0545
25. Yoon, B., Lee, J. H., & Cho, J. H. (2024). Corporate Social Responsibility and Financial Performance: New Evidence from the Korean Market. *Sage Open*, *14*(2), 21582440241255196. https://doi.org/10.1177/21582440241255196
26. Zhou, G., Liu, L., & Luo, S. (2022). Sustainable development, ESG performance and company market value: Mediating effect of financial performance. *Business Strategy and the Environment*, *31*(7), 3371–3387. https://doi.org/10.1002/bse.3089
27. Zinsou, K. M. C. (2018). Integrated or non-integrated reports: French listed companies at a crossroads? *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, *9*(3), 253–288. https://doi.org/10.1108/SAMPJ-09-2017-0114
28. Srivastava, A. and Anand, N. (2023) Six decades of corporate disclosure research: a bibliometric review, *Managerial Finance*, 50(4), pp. 768–790. https://doi.org/10.1108/mf-01-2023-0020.
29. Lüdeke-Freund, F. (2019). Sustainable entrepreneurship, innovation, and business models: Integrative framework and propositions for future research. *Business Strategy and the Environment*, 29(2), 665–681. https://doi.org/10.1002/bse.2396

Books:

1. Eccles R., Krzus, M.P., Tapscott, D. (2010). One Report: Integrated Reporting for a Sustainable Strategy, *John Wiley & Sons*, Hoboken, New Jersey, ISBN 978-0-470-58751-5
2. Weygandt, J., Kieso, D. E., Kimmel, P. D., Trenholm, B., Warren, V., & Novak, L. E. (2019). Accounting principles, Volume 2, 8th Canadian Edition. *Wiley,* ISBN 978-1-11950222-7
3. Lüdeke-Freund, F., Breuer, H. Massa, L. (2022). Sustainable Business Model Design: 45 Patterns

Links:

1. ACCA. Insights into integrated reporting 2.0. Available at: https://integratedreporting.ifrs.org/resource/acca-insights-into-integrated-reporting-2-0-walking-the-talk/ (accessed 15.04.2025)
2. KPMG 2024 Sustainability Survey: https://kpmg.com/dk/en/esg/survey-of-sustainability-reporting-2024.html (accessed 15.03.2025)
3. International Integrated Reporting Council (IIRC), 2021. *International <IR> Framework*. Available at: https://www.integratedreporting.org/resource/international-ir-framework/ (accessed 15.04. 2025)

4. Novo Nordisk 2021 Integrated Report: https://www.novonordisk.com/sustainable-business/esg-portal/integrated-reporting.html (accessed 05.04. 2025)
5. Novo Nordisk 2022 Integrated Report: https://www.novonordisk.com/sustainable-business/esg-portal/integrated-reporting.html (accessed 05.04. 2025)
6. Novo Nordisk 2023 Integrated Report: https://www.novonordisk.com/sustainable-business/esg-portal/integrated-reporting.html (accessed 05.04. 2025)
7. Novo Nordisk 2024 Integrated Report: https://www.novonordisk.com/sustainable-business/esg-portal/integrated-reporting.html (accessed 05.04. 2025)
8. Novartis 2021 Integrated Report: https://www.novartis.com/investors/reporting-and-transparency-hub/reporting-archive (accessed 05.04. 2025)
9. Novartis 2022 Integrated Report: https://www.novartis.com/investors/reporting-and-transparency-hub/reporting-archive (accessed 05.04. 2025)
10. Novartis 2023 Integrated Report: https://www.novartis.com/investors/reporting-and-transparency-hub/reporting-archive (accessed 05.04. 2025)
11. Novartis 2024 Integrated Report: https://www.novartis.com/news/media-library/novartis-society-integrated-report-2024 (accessed 05.04. 2025)

Regulations:

1. Directiva 2022/2464/UE a Parlamentului european și a Consiliului din 14.12.2022 de modificare a Regulamentului (UE) nr. 537/2014, a Directivei 2004/109/CE, a Directivei 2006/43/CE și a Directivei 2013/34/UE în ceea ce privește raportarea privind durabilitatea de către întreprinderi (CSRD)
2. Ordinul ministrului finanţelor publice nr. 1.802/2014 pentru aprobarea Reglementărilor contabile privind situaţiile financiare anuale individuale și situaţiile financiare anuale consolidate, publicat în Monitorul Oficial nr. 963/30.12.2014, cu modificările și completările ulterioare.

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *129-148*
ISSN on-line: 1844-8801

Paper presented at the IX[th] Congress of the Romanian financial auditor profession

The Evolution of Sustainability Reporting and Challenges of Financial Auditors

Univ Prof. Habil. Ovidiu-Constantin BUNGET, Ph. D.,
West University of Timisoara, Romania,
e-mail: ovidiu.bunget@e-uvt.ro

Assoc. Prof. Alin-Constantin DUMITRESCU, Ph. D.,
West University of Timisoara, Romania,
e-mail: alin.dumitrescu@e-uvt.ro

Oana BEZERGHEANU, Ph. D. Student,
West University of Timisoara, Romania,
e-mail: oana.bezergheanu97@e-uvt.ro

Lecturer Oana BOGDAN, Ph. D.,
West University of Timisoara, Romania,
e-mail: oana.bogdan@e-uvt.ro

Researcher Valentin BURCĂ, Ph. D.,
West University of Timisoara, Romania,
e-mail: valentin.burca@e-uvt.ro

Abstract

This study examines the evolution of sustainability reporting in the Romanian energy sector, based on the reports of two major operators for the period 2011-2024. A mixed-methodology approach was employed, which included the analysis of lexical frequencies, a comparative evaluation of the structure and content of sustainability reports before and after the COVID-19 pandemic, and a SWOT matrix of the challenges faced by non-financial auditors. The results highlight the transition from voluntary reports, focused on quantitative data and narrative descriptions, to mandatory, integrated reports subject to a formal assurance process, with increased transparency requirements and the implementation of a rigorous methodological framework. The SWOT analysis highlights the disciplinary robustness of traditional financial auditing, as well as the gaps generated by the absence of a common language and insufficient expertise in the field of ESG (environmental, social, and governance), and the potential offered by digitalization and interdisciplinary training programs.

Key words: *sustainability reporting; Romania; BSE; CSRD; EU Taxonomy;*

JEL Classification: *M14, Q56, M41, G38*

To cite this article:
Bunget, O.-C., Dumitrescu, A.-C., Bezergheanu, O., Bogdan, O., Burcă, V. (2026), The Evolution of Sustainability Reporting and Challenges of Financial Auditors, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.129-148,
DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/002

To link this article:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/002
Received: 27.08.2025
Revised: 4.09.2025
Accepted: 27.12.2025

Introduction

In recent decades, sustainability reporting has evolved from a voluntary initiative to a fundamental requirement in business, radically transforming the way companies operate and are evaluated. Dramatic climate change, pressures for transparency, and stringent European regulations demonstrate that performance in the areas of ESG (environmental, social, and governance) is no longer an optional add-on, but an essential condition for market survival. In this context, investors and consumers prefer companies that integrate responsibility into the core of their business activities, not just in periodic reports. Organizations that understand and act in accordance with this reality will define the future of the economy (Mititean & Sărmaș, 2023).

The implementation of the Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) marks a turning point in this transformation process, fundamentally changing the way companies report sustainability practices. For the first time, this directive extends reporting obligations from large corporations to small and medium-sized enterprises that meet specific revenue criteria or employee numbers, thereby transforming the sustainability information landscape and intensifying pressure for transparency in the corporate environment (Cojocaru & Onofrei, 2024).

The new CSRD obligations generate two significant changes in reporting practices: increasing the frequency of reports and improving their quality. Companies are obliged to align their practices with new standards and provide regularly updated information as environmental and social objectives become mandatory. At the same time, organizations need to develop more complex systems for identifying and managing sustainability-related risks. These detailed reports not only comply with legal requirements but also help organizations to identify and prevent hazards that could impact their reputation and financial stability.

All these transformations create challenges for financial auditors. Sustainability information differs significantly from traditional financial data: it is often descriptive rather than numerical, refers to plans, and comes from a variety of sources. Therefore, auditors are required to develop new skills, such as analyzing ESG data, knowing sustainability standards, and assessing non-financial risks.

The complexity of these challenges is amplified by the absence of uniform rules worldwide, which complicate the assessment of companies' ESG performance. The coexistence of several standards and reporting frameworks – the Global Reporting Initiative (GRI), the Sustainability Accounting Standards Board (SASB), and the Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) – creates confusion and produces inconsistent results in sustainability auditing.

In this legislative context, a robust assurance mechanism is essential to confirm the credibility of non-financial information. ISAE 3000 responds to this requirement by extending the recognized auditing principles in the area of sustainability, providing auditors with a detailed methodological framework. By clearly defining "relevant criteria", the standard offers a conceptual foundation for assessing ESG indicators in accordance with the CSRD. In addition, the adaptation of procedures for obtaining evidence – from testing internal controls to advanced analytical techniques – reflects the evolution of audit practices in response to the complexity of non-financial data, thereby ensuring a rigorous and credible verification of sustainability reporting.

At the same time, the literature often presents a fragmented approach, analysing either legislative aspects or practical challenges, but rarely integrating them into a coherent vision. The present study addresses this gap by examining the regulatory changes introduced by the CSRD, the application of ISAE 300, and the operational challenges faced by financial auditors in their daily practice. Thus, the article pursues four main objectives, namely:

I. The historical and legislative evolution, respectively, of the impact of the pandemic on sustainability reporting. Identifying the significant milestones and key events – including the effects of the COVID-19 pandemic – that have transformed sustainability reporting is essential to understanding the current context in which companies operate.

II. Conceptual clarification. Another objective of the study is to clarify the concept of sustainability reporting and to identify its differences from traditional financial practices. First, the idea of "materiality" establishes what information truly matters to stakeholders, encompassing the Triple Bottom Line concept, which extends the area of analysis beyond profit to include social and environmental impact. Unlike traditional financial reports, which focus exclusively on economic figures, sustainability reports include a diverse range of non-financial indicators. In support of these concepts, accounting theories about stakeholders and legitimacy provide the necessary theoretical foundation, explaining why and how companies must respond to the demands of a world that no longer accepts only growing figures.

III. The impact of regulations. The study conducts a systematic analysis of sustainability reports in the energy sector, comparing pre- and post-pandemic documents according to the way the content is structured, the standards applied (mandatory requirements NFRD - "Non-Financial Reporting Directive" / CSRD versus voluntary frameworks GRI, SASB, TCFD), the annual evolution of the reported information, the assurance measures according to ISAE 3000, and the selection of key ESG indicators. Within this framework, the typologies of regulations that served as the basis for the elaboration of each report are identified, and their impact on the frequency and detail of reporting, as well as on the consistency and comparability of environmental, social, and governance performance throughout the analyzed period, is assessed.

IV. Auditors' challenges. A fundamental aspect of this research is the systematic mapping of the challenges that auditors encounter. They face complex areas that go beyond traditional technical limits: the mixed and often qualitative nature of ESG data, the absence of standardized verification protocols, and the inadequacy of existing audit tools for assessing forward-looking and narrative information. ISAE 3000 provides auditors with a set of requirements and guidelines – from the acceptance of the commitment to the drafting of the report – essential for validating non-financial data, but adapting them to the specifics of ESG remains a complex process.

Starting from the four mentioned objectives, we propose the following research questions:

RQ1. What were the key milestones that reshaped sustainability reporting in the EU, and what events accelerated them?

RQ2. How has the structure and content of sustainability reports evolved from the first voluntary frameworks to the implementation of CSRD requirements, and what is the impact of the adoption of ISAE 3000 in assurance engagements on ESG indicators?

RQ3. What are the main difficulties that auditors face in verifying sustainability reporting data, and what new skills do they need to develop to integrate non-financial and financial auditing?

The article aims to track the evolution of sustainability reporting standards by examining their practical application in annual reports, to identify the strengths, weaknesses, challenges, and opportunities associated with the non-financial audit process, and to provide a clear framework for guiding future academic research within the current regulatory context. Through this approach, the study not only describes regulatory changes but also builds an analytical tool meant to guide the design of audit strategies and methodologies that respond to the increasingly stringent requirements of transparency and corporate responsibility.

1. Literature

The evolution of the sustainability reporting literature reflects a gradual transformation from voluntary and exploratory approaches to standardisation and quality assurance of ESG information. This shift illustrates the progressive maturation of corporate practices globally.

Early studies (Belkaoui & Karpik, 1989; Brown & Fraser, 2006; Kolk, 2008; Spence, 2009) focused on understanding the reasons behind voluntary corporate social responsibility (CSR) reporting. Using qualitative methods and surveys, the researchers analyzed managerial behavior through the lens of organizational legitimacy theory. Subsequently, works such as those by Secchi (2006) and Brammer & Pavelin (2008) have highlighted factors such as firm size, public visibility, and capital market pressure as key determinants of corporate transparency.

With the increasing importance of ESG, the literature has shifted its focus to technical aspects, such as auditing and verifying non-financial information. Simnett (2012) analyzed the application of the ISAE 3000 standard in the field of ESG, while Hahn & Kühnen (2013) emphasized the need for mandatory regulations. This period marked a fundamental recognition of the limits of the voluntary approach: sustainability reporting could no longer be conceived exclusively as a tool for corporate communication or public legitimization, but had to evolve towards a transparent mechanism, characterized by the same methodological rigor, procedural consistency, and institutional credibility that defined the consolidated standards of financial reporting. This conceptual transformation has involved recognizing that ESG information has material relevance comparable to economic data for the decision-making processes of investors, creditors, and other stakeholders, thereby requiring the implementation of verification and validation protocols that guarantee the accuracy, completeness, and comparability of the reported data. Thus, the academic and professional community has begun to conceptualize sustainability reporting not as a descriptive appendix to financial information, but as an integral component of the corporate information ecosystem, governed by similar principles of materiality, faithful representation, and verifiability that underpin modern financial accounting. The introduction of the European NFRD directive and later the CSRD has generated studies that analyze the compliance and effectiveness of these frameworks (Cojocaru & Onofrei, 2024). Researchers such as Eccles & Krzus (2018) have explored integrated reporting models, showing how financial and sustainability reports can be combined to provide a holistic view of corporate performance.

Global events such as the COVID-19 pandemic have served as decisive catalysts for accelerating and redefining the ESG reporting landscape, transforming the transparency requirement from a stakeholder preference into an operational necessity. It exposed the deep vulnerabilities of global supply chains. It highlighted the complex interdependencies between health, social, and economic risks, forcing companies to recognize that ESG factors are not manageable externalities, but fundamental determinants of operational continuity. Simultaneously, the intensification of the climate crisis and the implementation of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD, 2017) recommendations have shaped the understanding that climate risks represent material financial risks, necessitating the integration of climate considerations into strategic planning and corporate reporting processes.

The introduction of the EU Taxonomy (2018-2020) marked a turning point in sustainability reporting: for the first time, detailed scientific criteria were established for classifying economic activities considered "green" and for disclosing climate-related risks. Together with the Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR), which requires transparency in sustainable investment decisions, they have established a coherent regulatory framework before the CSRD, thereby strengthening a global ecosystem of standards and reporting obligations. Thus, the EU has not only clarified and united ESG terminology but has also created an integrated model that influences corporate practices and serves as a benchmark for other jurisdictions.

While considerable progress has been made in recent years – both in expanding the legislative framework and refining reporting methodologies – key gaps remain that affect the effectiveness and credibility of the entire ESG system. Firstly, non-financial auditing suffers from the absence of uniform protocols and internationally recognised verification standards, which leads to discrepancies in the quality and comparability of reports. Second, the complex nature of ESG data – which combines quantitative and qualitative indicators, historical measurements, and future projections, as well as local and global data – requires the development of specialized audit techniques for each type of information. In the absence of a unified framework, these methodological differences not only undermine the confidence of investors and other users but also hinder the objective assessment of sustainability performance.

Contemporary researchers (Eccles & Krzus, 2018; Cojocaru & Onofrei, 2024) converge in emphasizing the critical need to develop digital and interdisciplinary skills for the practical analysis of non-financial data, recognizing that the ESG information ecosystem extends beyond the capabilities of traditional audit and analysis methodologies. This need is becoming increasingly urgent as the volume and complexity of ESG data grow exponentially, and users of this information develop increasingly sophisticated expectations for the granularity, frequency, and accuracy of reporting.

As ESG standards have evolved from simple voluntary guidelines to complex legal directives, it has become increasingly important to understand how the concepts of materiality and Triple Bottom Line (TBL) differ in practice from the requirements of traditional financial reporting. Stakeholder and legitimacy theories provide a key explanation for this differentiation, highlighting the need for firms not only to present economic figures but also to reflect the social and environmental impact of their business.

The concept of materiality in sustainability reporting extends beyond the traditional limits of financial reporting, which primarily focuses on economic performance and shareholder interests. Materiality refers to the identification and reporting of relevant information that affects not only profitability, but also the social and environmental impact of the company (Pacheco & Calderón, 2017). According to this concept, organizations are encouraged to focus on aspects that are meaningful to all their stakeholders, including employees, customers, and communities, as well as investors.

In contrast to conventional financial reporting, the Triple Bottom Line (TBL) model, proposed by John Elkington in 1994, extends the assessment of organizational performance beyond economic figures to include social and environmental dimensions equally (Bittencourt et al., 2023). By recognising the interdependence between the three pillars – economic, social, and ecological – TBL argues that long-term success depends on their balance, thus providing a much broader reporting framework than mere financial indicators.

To explain why and how this paradigm shift occurred, stakeholder and legitimacy theories come with complementary perspectives. According to stakeholder theory, companies must be responsible and accountable not only to shareholders, but also to all stakeholders – employees, communities, suppliers, and customers. TBL reporting obliges them to include social and environmental aspects that reflect these expectations (Ciornei, 2024). In parallel, legitimacy theory argues that organizations must continuously demonstrate their social and ecological commitment to gain and maintain the trust of the public and other relevant stakeholders; the implementation of reporting practices based on TBL and materiality thus becomes an essential mechanism of social validation (Rocha et al., 2019).

Together, these theoretical frameworks provide the explanation for the transition from a strictly financial reporting to an integrated ESG one: TBL defines "what" needs to be reported, and the stakeholder and legitimacy theories explain "why" and "how" this information becomes indispensable for the credibility and survival of organizations in the current context of sustainability.

ISAE 3000, although formerly of the CSRD, also responds to sustainability requirements by standardizing the assurance process for non-financial data, including those related to environmental, social, and governance criteria (Aly & Badawy, 2024), and its adoption by accounting firms and other assurance providers strengthens the legitimacy of the sustainability insurance market (Gillet-Monjarret, 2018). Key benefits include increasing the credibility of reporting, which supports transparency and accountability of organizations to investors and stakeholders (Aly & Badawy, 2024), reducing the risk of greenwashing through independent verification of environmental and social performance (Abbas & Khatib, 2025; Susilo & Meiden, 2023), and preparing for increasingly stringent future regulations (Nangoy et al., 2024). However, the complexity of the procedures required by ISAE 3000 can pose a challenge for smaller organizations, and the costs associated with the assurance process – often significant – can be a barrier, especially for entities in emerging markets (Svanberg et al., 2022). Also, the variety of ESG metrics and standards complicates the comparability and uniformity of non-financial audit, highlighting the need for deeper convergence in the future evolution of the sustainability framework (Nangoy et al., 2024).

Even though ISAE 3000 provides a robust framework, auditors face significant difficulties in verifying sustainability reporting, challenges fueled by the lack of uniform protocols and clear reporting standards (Rahman & Putri, 2023), the complexity of ESG metrics, which combine quantitative and qualitative data (Razali et al., 2025), as well as time and budget pressures that can lead to small samples and less robust evidence. In addition, the shortage of specialized skills in many audit firms exacerbates their reluctance to provide non-financial data (Rahman & Putri, 2023; Ilias et al., 2023). To overcome these obstacles and integrate non-financial and financial auditing, auditors need to develop advanced analytical approaches (including Big Data techniques) (Santis & D'Onza, 2021), stay up-to-date with sustainability regulations (CSRD, EU Taxonomy, SFDR) (Rahman & Putri, 2023), add interdisciplinary expertise – combining environment, law and ethics (Ilias et al., 2023) – and improve communication skills to clearly convey audit findings and engage effectively with stakeholders (Steyn, 2020). Only in this way can ESG insurance become truly rigorous, comparable, and practical for investors' decisions and the broader community.

2. Research methodology

The methodological design of the present research integrates a mixed quantitative-qualitative strategy, with a focus on systematic documentary analysis, computational processing of textual data, and critical evaluation of the content of sustainability reports. The first dimension of the research aims at the quantitative analysis of the evolution of ESG terminology by evaluating the main terms used in the most critical standards (GRI, NFRD, TCFD, SFDR, EU Taxonomy, CSRD and IFRS S1 - "General requirements for sustainability disclosure" & S2 - "Disclosure of climate risks and opportunities"), linguistically processed in R through tokenization, normalization and elimination of auxiliary words. This stage enabled the highlighting of semantic transitions from general terminology to specific sustainability terms, such as climate risks or corporate governance.

The second component of the methodology involves analyzing sustainability reports in the energy industry, comparing the structure, content, and standards used for their preparation before and after the COVID-19 pandemic. The analysis covered the period 2011–2024 for OMV and 2016–2024 for Electrica, using the sustainability reports published on the companies' official websites. These two companies were selected due to their representativeness in the energy sector and the longitudinal availability of ESG data (with OMV providing continuous annual reports since 2011, and Electrica starting its reporting in 2016); for direct company comparisons, the common timeframe 2016–2024 was applied. This analysis is conducted using textual conversion with pdftools and tabulizer, as well as thematic analyses from RStudio. Subsequently, we focused on ESG assurance audit reports (limited and reasonable, according to ISAE 3000), examining the structure of the documents to identify consistency in the chapters and the flow of information.

The qualitative dimension of the study involved an analysis of the fundamental challenges faced by ESG auditors, marked by methodological, operational and ethical complexity, and to order and interpret these empirical findings, we created a SWOT matrix adapted to the specifics of sustainability auditing: identifying the strengths that validate the credibility and consistency of the procedures, the weaknesses generated by the lack of standardization and the narrative nature of ESG data, the opportunities offered by regulatory harmonisation and digital innovation in audit tools and the threats posed by rapid regulatory dynamics and sectoral heterogeneity, respectively; thus, through an analytical approach, we have highlighted how each category influences the efficiency and relevance of the ESG assurance process.

3. Results and discussions

3.1. Analysis of the main sustainability reporting standards

To analyze the evolution of key concepts in ESG reporting standards, we extracted the original texts in English, available in PDF format on the websites of eminent organizations, converted them to text with pdftools and tabulizer, and, in RStudio, we used tidytext and quanteda to identify the top 10 most frequently encountered terms in each set of documents, then translated these words into Romanian language (**Figure no. 1**).

The results obtained show that in the GRI versions, "reporting", "standards" and "information" dominated, signaling the emphasis on the explicit structuring of the report; with the advent of the SASB, words such as "financial", "materiality" and "disclosure" highlight the orientation towards financial relevance and data transparency. The TCFD then frequently introduced 'climate', 'risk', and 'scenario', reflecting the focus on climate risks. Last but not least, from the CSRD analysis, terms such as "sustainability", "governance", and "stakeholders" mark the expansion of the ESG framework towards corporate governance and stakeholder involvement.

We can see that the sustainability reports primarily focused on financial figures and indicators, aiming for quantitative transparency of economic performance rather than reflecting non-financial risks. With the introduction of the SASB, however, the argument of financial ("financial") materiality imposed the strategic selection of relevant data for the evaluation of profitability. Subsequently, through the TCFD, the standards included climate risks ("climate", "risk", "scenario"), marking the transition to the three areas of interest – environment, governance, and social – and emphasizing the need for a prospective assessment of the impact on the activity. In the current CSRD/ESRS phase, the data are focused on sustainability, governance, and stakeholders, reflecting the convergence of these dimensions in a unified vision of sustainability and corporate responsibility, in which each ESG pillar supports an integrated strategic approach, capable of combining financial performance objectives with those of social and environmental impact.

Given the evolution of ESG reporting standards, the need for a specific audit framework to regulate the verification of these reports and to provide stakeholders with guarantees on the credibility of the information becomes evident. In this context, the ISAE 3000 standard stands out as an integrative methodological tool, providing a clear set of requirements and procedures for achieving both limited and reasonable assurance of non-financial data. By applying the standard, auditors can systematically address the traceability of decisions, the consistency of collection processes, and the validation of social, environmental, and governance indicators, thus ensuring the transparency and accountability of the reports.

Figure no. 1. Top 10 words for analyzed standards

Source: authors' projection

According to ISAE 3000, the assurance process is structured in five fundamental stages, each with significant methodological and professional implications, especially in the context of the expansion of ESG reporting obligations. Acceptance of the assignment involves evaluating the essential preconditions, such as the existence of appropriate criteria, access to relevant information, and ensuring the independence of the professional. Depending on the type of insurance – limited or reasonable – the requirements for risk documentation and anticipation vary significantly. Reasonable engagements require a higher degree of certainty and extensive diligence in the planning and execution of procedures (ISAE 3000, articles 24-32).

Mission planning involves establishing a coherent strategy to identify significant risks and define materiality thresholds. In the context of sustainability reporting, this stage highlights the challenges associated with the multidimensional nature of information and the lack of uniform methodological frameworks. The degree of professionalism required extends beyond traditional standards of financial auditing, encompassing advanced knowledge in areas such as climate change, governance, and human rights (ISAE 3000, articles 33-38).

The evidence collection stage is regulated according to the desired level of assurance: for reasonable assurance, the auditor must obtain sufficient evidence to reduce the risk of an inadequate conclusion being made to an acceptable level, while in the case of limited assurance, moderate assurance is sought through predominantly analytical and interview procedures (ISAE 3000, arts. 44-45). These differences underscore the need for methodological adaptation, particularly in relation to the qualitative and often narrative content of ESG reports, where factual verification is more challenging.

The formulation of the conclusion is a central step, as the expression of the opinion – either in the form of "we are not aware of any significant issues" (limited assurance) or through a positive statement (reasonable assurance) – directly affects the perception of credibility of the sustainability report. According to ISAE 3000 (art. 49-52), the expression of the level of trust must be clear, undistorted, and supported by well-founded reasoning.

In the final stage, reporting involves clearly structuring all conclusions, disclosing limitations, and explaining the scope of application. Clarity, coherence, and transparency are key, especially in relation to multiple audiences (investors, authorities, civil society). ISAE 3000 (articles 69-70) requires that the report not only be technically compliant but also understandable and user-oriented, which, in the context of ESG, requires an additional adaptation in the expression of risks and uncertainties.

Table no. 1. The main differences between reasonable and limited insurance

Aspect	Reasonable Assurance	Limited insurance
Level of assurance	High – The risk of erroneous conclusion is reduced to an acceptable level.	Moderate – The risk of expressing an erroneous conclusion is reduced, but not eliminated.
Types of procedures	Diverse and rigorous: testing procedures, inspections, observations, recalculations and external confirmations.	Mostly analytical and based on interviews and indirect observations.
Substantiation of the insurance	Sufficient and adequate evidence to provide a solid basis for conclusions.	Limited evidence, which only supports a negative conclusion (e.g. "I have not identified...").
Formulation of the conclusion	Positive ("In our opinion, the information is...")	Negative ("We have not identified any evidence that the information is not...")
Degree of intrusion into processes	High – involves extensive interventions in the entity's control and reporting systems.	Low – it is based on an indirect assessment and often on information already submitted by the client.
Professional involvement	It requires a high level of professional skepticism and documentation of each procedure applied.	It requires the application of professional judgment, but with less intensity and granularity.

Source: authors' projection.

According to ISAE 3000, the difference between limited and reasonable assurance (**Table no. 1**) is not only reduced to the intensity of the procedures applied, but involves a fundamental change in the role and responsibilities of the ESG auditor. In a context where the reported information is often narrative, difficult to verify using traditional methods, and influenced by organizational and societal factors, the choice of assurance level must be viewed as a balance between practical efficiency and professional responsibility.

Limited assurance, based mainly on less detailed analytical procedures and checks, can lead to formal validation, which may be insufficient for users with high expectations. On the other hand, reasonable assurance, through the rigor and extent of the testing involved, provides a higher degree of credibility, but requires extensive expertise and significant involvement in the entity's reporting processes.

Thus, ISAE 3000 does not establish a fixed model, but proposes a flexible but demanding framework, in which the efficiency of the ESG assurance process depends on the auditor's ability to adapt the methodology to the specifics of non-financial information. In a changing environment, the value of reporting does not result solely in procedural compliance, but also in the consistent application of professional standards, oriented towards transparency, relevance and long-term confidence-building.

3.2. Evaluation of the criteria according to ISAE 3000

The assessment of audit criteria is a fundamental element of any non-financial assurance engagement, as the entire assessment process relates to these 'suitable criteria'. They must meet five cumulative conditions: they must be relevant, complete, reliable, neutral and intelligible (art. 67–68). In ESG reporting, criteria can come from established frameworks such as GRI, ESRS, companies' own standards, or other industry regulations. The central problem is not only the existence of these criteria, but also their degree of operational definition. For example, concepts such as "net zero" or "responsible governance" can vary radically in content and applicability, generating semantic ambiguities that affect the robustness of verification.

ISAE 3000 does not provide a pre-established scheme of indicators or methodologies, but places on the professional the critical task of interpreting and validating the criteria used. Therefore, the level of professional judgment involved is substantial, and the auditor must assess whether those criteria realistically allow an assurance conclusion to be made. In the case of qualitative criteria – such as those related to ethics, diversity, organizational culture or social responsibility – the difficulty of verification increases exponentially. Not only the lack of quantifiable landmarks complicates the mission, but also the dependence on narrative documents, interviews and sources that are difficult to triangulate. Thus, the standard outlines a framework of procedural rigor, but the success of ESG assurance critically depends on the quality of the chosen criteria and the auditor's ability to navigate between methodological formalism and the complex, volatile and sometimes contradictory reality of non-financial information.

3.3. Implicit limitations of ISAE 3000

Despite its essential role in structuring assurance engagements for non-financial information, it has a number of implicit limitations that must be critically understood when applied in the context of sustainability. First, the standard does not provide a pre-established set of procedures, but rather outlines a principled framework within which the auditor must exercise professional judgment. This methodological flexibility is necessary to accommodate the diversity of assurance commitments, but at the same time generates significant variations in application, especially when it comes to complex and heterogeneous ESG reporting.

Secondly, ISAE 3000 does not impose a set of ESG measurement standards, but is based on the criteria chosen by the client (e.g. GRI, ESRS, own policies), which can lead to a lack of comparability between entities or even to the choice of insufficiently robust benchmarks. Thus, the quality of assurance depends directly on the clarity, relevance and coherence of these external criteria, not on a unitary system imposed by the standard.

Third, although ISAE 3000 does not explicitly address the phenomenon of greenwashing, its framework can be used to assess the risks associated with it, through the application of analytical procedures and the rigorous examination of the criteria and statements included in the reporting. However, the effectiveness of the greenwashing risk assessment is conditional on the availability of verifiable information and the degree of professional skepticism exercised by the auditor.

Therefore, although ISAE 3000 offers, as mentioned before, a flexible and extensible framework, its structural limitations are the lack of standardised procedures, the absence of its own set of ESG indicators and the failure to explicitly address emerging risks such as greenwashing. They impose greater accountability on the auditor and require a more rigorous methodological anchoring to guarantee the credibility of the assurance process.

3.4. Pre- and post-pandemic benchmarking of ESG assurance reports

To assess the impact of the introduction of ESG regulatory standards, we conducted a longitudinal analysis of the sustainability reports of Electrica SA (2016–2024) and OMV Petrom (2011–2024). The two companies were selected because they are some of the largest companies in Romania, are listed on the Bucharest Stock Exchange (BVB), have a consistent reporting history, and together cover the energy sector in two distinct industries – utilities versus oil & gas – which provides both comparability on a common core of indicators, as well as capturing the specificity of the sector. For each company and for each annual report downloaded from their websites, we systematically examined: the structure of the document, the framework of standards that underpinned the preparation of the sustainability reports (GRI, TCFD references, SASB, EU Taxonomy and, where applicable, ESRS), the developments between years, the assurance according to ISAE 3000 (level: limited/reasonable and external auditor, if mentioned) and the main indicators reported. We also analyzed the effects of the pandemic context (2020–2021) on the content and frequency of reporting, to observe whether the pandemic accelerated the adoption and adaptation of ESG standards and assurance missions. The comparison between Electrica SA and OMV Petrom was made strictly on:

- common indicators, such as: GHG (Greenhouse Gases) Scope 1 emissions - direct greenhouse gas emissions and Scope 2 - indirect emissions from the energy purchased and consumed by the company; energy consumption; TRIR (Total Recordable Injury Rate) / LTIR (Lost Time Injury Rate); human capital;
- sector-specific indicators: SAIDI (System Average Interruption Duration Index) - the cumulative average duration of interruptions for a user in a range)
- SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) per user in a range for utilities; Oil & gas spills.

Overall, the pre-pandemic (2016-2019) versus post-pandemic (2020-2024) contrast, points to an intensification of ISAE 3000 assurance and a migration from GRI-centric reporting to ESRS requirements, imposing caution in longitudinal and cross-company comparability.

Table no. 2. Structure of sustainability reports in the pre-pandemic, pandemic and post-pandemic periods

Period	Electrica SA	OMV Petrom
Pre-pandemic (until 2019)	**2016**: first report; operational chapters + GRI index. **2017**: adds 'stakeholders' and materiality matrix. **2018**: expand on environmental, social, community; GRI Index. **2019**: maintains complete structure (services, R&D – R&D – environment, employees, society, GRI).	**2011–2013**: HSSE/Environmental/Social Overall Structure + "Resourcefulness". **2014–2015**: GRI G4 structures with "Areas of focus" and "Performance in detail" + "Assurance statement". **2016**: broad structure per profile, GRI Index. **2017–2019**: organization on the 5 pillars (HSSE, carbon, innovation, employees, principles)
Pandemic (2020–2021)	**2020**: COVID-19 chapters, innovation; environment (climate, waste, biodiversity), team, community; non-financial performance + GRI. **2021**: similar structure to 2020 ("2021 in figures", governance, environment, employees & society).	**2020**: adds risk map, TCFD; 'Performance in detail', annexes (GRI, TCFD, verification statement). **2021**: strengthens sustainability governance, low-carbon transition (reduction of greenhouse gas emissions), responsible operations, people & communities; annexes (GRI, EU Taxonomy, TCFD, verification).
Post-pandemic (2022–2024)	**2022**: keeps the 2021 scheme + separate EU Taxonomy chapter. **2023**: adds "Integrated Vision & Strategy", extended materiality; waste corrections 2022; EU Taxonomy chapter. **2024**: transition to integrated report (Administrators' Report) with "ESRS Notes", Article 8 Taxonomy, assurance report.	**2022–2023**: stable structure on governance, low-carbon transition, responsible operations, people & communities, innovation; annexes (Taxonomy, GRI, TCFD, verification). **2024**: "Sustainability Statement" in the Annual Report, structured on ESRS (environmental, social, governance) sets.

Source: authors' projection

Table no. 3. Standards used for sustainability reporting in pre-pandemic, pandemic and post-pandemic periods		
Period	**Electrica SA**	**OMV Petrom**
Pre-pandemic	**2016–2018**: GRI G4 Core (+ Energy Sector Supplement). **2019**: GRI Standards Core + Energy Sector; according to OMFP 1938/2016 & 2844/2016.	**2011–2013**: no explicit framework (GRI has only appeared since 2012 at the level of guidance). **2014–2015**: GRI G4 Core + OG (Oil & Gas sector disclosures); **2016**: GRI-G4 Core + OG; IPIECA alignment (best practice guide). **2017–2019**: GRI Standards Core + OG IPIECA alignment; according to 2014/95/EU.
Pandemic	**2020–2021**: GRI Standards Core + Energy Sector; OMFP 1938/2016 & 2844/2016; in 2020 the EY (climate & sustainability) partnership appears.	**2020**: GRI Core; IPIECA alignment; TCFD (supporter); considers the SASB. **2021**: GRI (updated 2020) + TCFD, SASB, IPIECA + EU Taxonomy reporting.
Post-pandemic	**2022**: GRI Core + Energy; reporting art. 8 EU Taxonomy; BVB ESG principles. **2023**: GRI 2021 Core + Energy; OMFP 1239/2021 (Taxonomy). **2024**: **ESRS** (CSRD) + OMFP 2844/2016; EU Taxonomy; ISQM 1 (audit quality).	**2022**: GRI Universal 2021 + GRI 11 OG; TCFD, SASB, IPIECA; EU Taxonomy. **2023**: GRI (incl. GRI 11 OG 2021) + TCFD, SASB, IPIECA; EU Taxonomy. **2024**: **ESRS** (OMFP 85/2024 amending OMFP 2844/2016) + EU Taxonomy.

Source: authors' projection

Table no. 4. Evolution of sustainability reports in the pre-pandemic, pandemic and post-pandemic periods		
Period	**Electrica SA**	**OMV Petrom**
Pre-pandemic	**2016→2017**: +7 material indicators; materiality extension. **2018**: new environmental indicators (biodiversity, waste) & community; first external evaluation (Romania CSR Index). **2019**: Strategy 2020–2024, focus on sustainability & Green Deal; investments, distribution > ANRE (National Energy Regulatory Authority) requirements.	**2011→2013**: institutionalizes "Resourcefulness"; 2013 joins UNGC - United Nations Global Compact 2014**: migrates to GRI G4 Core. 2015**: continuity. **2016**: report "in accordance with GRI-G4". **2017**: transition to GRI Standards; according to 2014/95/EU. **2019**: Sustainability Strategy 2019–2025.
Pandemic	**2020**: COVID-19 adaptation; S/M focus; EY partnership (methodological validation). **2021**: continuity, without major changes in structure/method compared to 2020.	**2020**: Introduces TCFD & external insurance; strengthens risk/management. **2021**: adds EU Taxonomy reporting, detailed climate targets (e.g. Net Zero operations 2050; -30% carbon intensity by 2030 vs. 2019).
Post-pandemic	**2022**: adds EU Taxonomy chapter (Art. 8). **2023**: 2022 waste correction; extended materiality. **2024**: migration to ESRS, integration into the annual report; extension of internal ESG controls.	**2022**: Updates materiality according to GRI 2021. **2023**: changes the insurance auditor (EY → KPMG). **2024**: migration to ESRS and integration into the Annual Report.

Source: authors' projection

Table no. 5. Aspects referring to insurance missions in the pre-pandemic, pandemic and post-pandemic periods		
Period	**Electrica SA**	**OMV Petrom**
Pre-pandemic	**2016–2019**: no ISAE 3000 missions for non-financial; audited financial statements (Deloitte).	**2011–2013**: no ISAE; some audited HSSE/environment (EY) indicators in 2011. **2014–2015**: Limited insurance issued by EY under ISAE 3000. **2016**: The report was not audited. **2017–2019**: no external assurance; only the "existence of the report" verified (cf. the requirements of art. 48 OMFP 2844/2016).

Table no. 5. Aspects referring to insurance missions in the pre-pandemic, pandemic and post-pandemic periods

Period	Electrica SA	OMV Petrom
Pandemic	**2020**: without ISAE; EY provides methodological validation (not ISAE mission). **2021**: no external assurance mentioned; only ISA financial audit.	**2020**: ISAE 3000 limited insurance (issued by EY). **2021**: ISAE 3000 limited insurance (issued by EY).
Post-pandemic	**2022–2023**: not subject to ISAE 3000; **2023**: Deloitte verifies data according to the requirements of art. 48 OMFP 2844/2016. **2024**: ISAE 3000 (Revised) limited insurance issued by Deloitte; conclusion with turnover reservations (uninvoiced receivables).	**2022**: ISAE 3000 limited insurance (issued by EY). **2023**: ISAE 3000 limited insurance (issued by KPMG). **2024**: ISAE 3000 limited insurance (issued by KPMG).

Source: authors' projection

Table no. 6. The main indicators analysed in the sustainability reports in the pre-pandemic, pandemic and post-pandemic periods

Period	Electrica SA	OMV Petrom
Pre-pandemic	**2016**: revenues RON 5,518 million; EBITDA 960 thousand; net profit 469 million; 17.5 TWh distributed; 9,685 employees; 13 GRI material themes. **2017**: SAIFI/SAIDI, CPT (Customer Power Tolerance) OSH 403-2 (Occupational Health and Safety), 405-1 (Diversity and Equal Opportunities), 404-1 (Training and Education), 205-2/3 (Anti-Corruption). **2018**: medium investments ~11.9 million RON; 7.5 MW solar; 400,000 h training; 0 serious incidents in distribution; 16 material topics. **2019**: distribution investment plan ~600 million RON; Green Deal objectives.	**2011–2013**: emissions, water, discharges, waste; occupational safety; HR & community (multi-year series). **2014–2015**: GHG Scopes 1–3; oil spills; safety indicators (fatalities, severity, accidents in/away). **2016–2019**: HSSE/environment/HR/ethics & community complete set; carbon management & efficiency; economic/social performance.
Pandemic	**2020**: average investments RON 14.36 million; >75% recycled waste; >31% renewable energy; 3,986,017 CV (green certificates); 7.5 MW (megawatt) solar; 8,147 employees; 18,041 h training; Board (Management) 32.2% women. **2021**: CO_2 emissions, energy consumption, GRI 403, number of employees, diversity, community involvement (listed as themes).	**2020–2021**: economic/social/environmental performance; HSSE (e.g. TRIR), carbon management (CO_2/methane intensities), customers & product, employees/diversity, supply chain; **2021** includes key indicators EU Taxonomy.
Post-pandemic	**2022**: EBITDA, revenues (incl. CV), employee benefit expenses, tax, dividends; EU Taxonomy chapter. **2023**: 13 integrity warnings; GRI 403 (Occupational Health and Safety) & 405 (Diversity and Equal Opportunities); detailed financial performance/environment; waste corrections 2022. **2024**: alignment Taxonomy 0% turnover – turnover /CapEx – Capital Expenditures/OpEx – Operating expenditures; GHG emissions, energy consumption; social and governance indicators according to ESRS.	**2022–2023**: GRI + Taxonomy indicators (CO_2/methane intensities, HSSE, training, diversity, community investments). **2024**: indicators structured on ESRS (environment/social/governance) + Taxonomy indicators (according to art. 8).

Source: authors' projection

Analyzing the evolution of sustainability reporting for the two companies – Electrica SA and OMV Petrom, two similar approaches to compliance can be observed: both consider GRI (G4/Standards/GRI 2021) for primary reporting, and then, in 2024, ESRS; However, the timing of adoption and the content of the reports differ. OMV Petrom follows a clear sequence: at the beginning (2011) not based on a reporting framework, and then in the period 2012 – 2019 it adopted the GRI regulations (up to GRI G4). Then, in the period 2020–2023, the company consolidated its reporting also on the GRI, complemented by frameworks such as TCFD, SASB and IPIECA, to which the reporting according to the EU Taxonomy has been added since 2021. In 2024, OMV Petrom made the transition to ESRS, integrating the sustainability statement into the annual report. OMV Petrom illustrates the path of a methodical pioneer, and what characterizes this evolution is also the constant discipline in external insurance: ISAE 3000 (limit) in 2014-2015, resumed from 2020, until now.

Electrica later initiated the procedures for sustainability reporting, but it was an accelerated and coherent adaptation: for the period 2016-2018 it was based on GRI G4, and then it switched to GRI Standards – including the update of GRI 2021, in the period 2019-2023. In the follow-up, it introduced reporting according to the EU Taxonomy in 2022, and in 2024 it adopted the ESRS. The year 2024 marks a double premiere - the implementation of ESRS and the first ISAE 3000 (limit) external assurance experience issued by Deloitte Romania, which highlights a conclusion with reservations on a specific component of financial reporting - turnover in relation to unbilled receivables.

Observing the evolution of the two companies in sustainability reporting, we can identify two distinct strategies that converge towards the same end goal. Both companies consider the GRI universe as their initial regulation and will reach ESRS in 2024, with the integration of the sustainability statement into the annual report. The key difference lies in the timing of adoption and the breadth of the framework implemented.

From the perspective of content organization, the two approaches reflect different philosophies. OMV Petrom structures the information early on thematic pillars - HSSE, carbon, innovation, people and business principles - constantly maintaining the "Performance in detail" section. This organization suggests an integrated vision of sustainability as a coherent system of practices. Electrica, on the other hand, builds its reporting around the operational reality - the lines of activity (distribution, supply, services) - supplementing with the GRI Index and ESRS grades at the end.

In terms of the analysis of indicators, there is a common set that allows the comparison between the two, namely: GHG Scope 1–2, energy consumption, TRIR/LTIR and human capital. However, the specifics of the sector create divergences: Electrica closely follows SAIDI/SAIFI and CPT, essential indicators for the quality of energy distribution, while OMV Petrom reports hydrocarbon spills in advance, develops a more comprehensive HSSE set and includes indicators dedicated to carbon management.

Looking back, OMV Petrom is shaping up to be a "first mover" with incremental maturation and consistent assurance, while Electrica adopts the role of "fast follower" with an accelerated recovery in the period 2019–2024.

Structure of the report (**Table no. 2**)

Pre-pandemic period (2016-2019)

- **Electrica:** initiates in 2016 a simplistic reporting (profile, services, performance), then in 2017–2018 adds governance, stakeholders and community chapters, and "Performance in figures" introduces a more modular format. In 2019, chapters dedicated to research & development and the objectives of the Green Deal will appear.
- **OMV Petrom:** since 2016 it has been reporting on a complete structure (introduction, profile, governance, risk, product responsibility, materiality), and in 2017-2019 it organizes the content on the five pillars (HSSE, carbon, innovation, people, business principles), with a constant "Performance in detail" section.

Pandemic period (2020–2021)

- **Electrica:** in 2020 adds a chapter on "Innovation" and a section on the response to COVID-19; collaboration with EY for methodological validation (without ISAE). In 2021 it retains the general structure, with a focus on the environment, health and safety, diversity and community involvement.
- **OMV Petrom:** in 2020 completes the structure through risk & management map, customer/product chapter and annexes (GRI, TCFD, statement of insurance); introduces ISAE 3000 limited insurance. In 2021, it emphasizes the transition to low emissions and includes reporting according to the EU Taxonomy.

Post-pandemic period (2022–2024)

- **Electrica:** maintains GRI as support in 2022 and integrates the EU Taxonomy with detailed annexes; in 2023 expands materiality analysis and economic context. In 2024 it integrates sustainability into the Annual Report under ESRS, with Assurance Report (ISAE 3000, limited, Deloitte, with reservations).

- **OMV Petrom:** in 2022–2023 it maintains the structure on thematic pillars, emphasizing the transition to low emissions, people & communities and innovation & digitalization; 'Performance in detail' remains the core of the data, the annexes constantly include GRI/TCFD/EU Taxonomy and external verification. In 2024, it will move to ESRS, through the Sustainability Statement integrated into the Annual Report, structured on Environmental-Social-Governance, with limited insurance (KPMG).

Standards used (Table no. 3)

Pre-pandemic period

- **Electrica SA.** Between 2016-2018, the company reported according to the GRI G4 Core (Global Reporting Initiative, Core option), supplemented by the Energy Sector Supplement (GRI). In 2019, it switched to GRI Standards Core and continued to use the energy sector supplement. The reports were also made in accordance with the Romanian regulations: OMFP 1938/2016 (Order of the minister of public finance on non-financial reporting) and OMFP 2844/2016 (Order for the application of IFRS and consolidated non-financial reporting, in line with EU Directive 2013/34/EU).
- **OMV Petrom**. Between 2011-2013, the company did not have an explicit framework, although the GRI was mentioned as a guide. In 2012, GRI 3.1 (Global Reporting Initiative – Guide 3.1, previous version G4) was used. For 2014–2015, the reports were made according to the GRI G4 Core and the OG (Oil & Gas sector disclosures) supplement. In 2016 he continued on GRI G4 Core + OG, aligning himself with the recommendations of IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association). Subsequently, between 2017-2019, it switched to GRI Standards Core, maintaining OG sector reporting, also with alignment with IPIECA and in accordance with Directive 2014/95/EU (EU Non-Financial Reporting Directive).

Pandemic period

- **Electrica SA.** It continued to use GRI Standards Core and Energy Sector Supplement, in accordance with OMFP 1938/2016 and OMFP 2844/2016. In 2020, he also involved the consulting and audit company EY (Ernst & Young) in a partnership in the climate & *sustainability area.*
- **OMV Petrom**. In 2020, reporting was based on GRI Core, with alignment with IPIECA, and the inclusion of TCFD recommendations and consideration of the SASB framework. In 2021 it used GRI Standards (updated in 2020) together with TCFD, SASB and IPIECA, and in addition introduced reporting according to the EU Taxonomy (EU Taxonomy, Regulation 2020/852 – European framework for sustainable activities, art. 8 on CA/CapEx/OpEx.

Post-pandemic period

- **Electrica SA.** In 2022, it reported on the basis of the GRI Core + Energy Sector, including for the first time the reporting provided by art. 8 of the EU Taxonomy and the principles of the BVB ESG (Bucharest Stock Exchange – ESG guide for listed companies). In 2023, it switched to GRI 2021 Core (updated, modular version) with the energy supplement and complied with OMFP 1239/2021 (Order of the minister of public finance on reporting according to the EU Taxonomy). In 2024, it adopted the ESRS. The reports were made in parallel with OMFP 2844/2016, EU Taxonomy and the implementation of ISQM 1 (International Standard on Quality Management 1), ensuring the quality of external verification.
- **OMV Petrom**. In 2022 it adopted GRI Universal 2021 + GRI 11 OG (Oil & Gas 2021, sector standard), together with TCFD, SASB, IPIECA and EU Taxonomy reporting**.** In 2023 it continued with the same frameworks (GRI incl. GRI 11 OG 2021, TCFD, SASB, IPIECA, EU Taxonomy). In 2024 it switched to ESRS, implemented through OMFP 85/2024 (Order amending OMFP 2844/2016 for the integration of ESRS), with full reporting according to the EU Taxonomy.

Evolution between years (Table no. 4)

Pre-pandemic period (2011-2019)

- **OMV Petrom**:
    - 2011–2013: first reports, without a clear framework (GRI 3.1 appears from 2012; 2013 "facts & figures" report).
    - 2014–2015: reporting according to GRI G4 Core + OG (Oil & Gas Supplement).
    - 2016–2019: transition to GRI Standards Core, 5-pillar structure (HSSE, carbon, innovation, people, business principles), according to Directive 2014/95/EU.

- **Electrical**:
    - 2016: First report on GRI G4 Core.
    - 2017–2018: materiality expansion, stakeholder mapping, new environmental and social indicators appear.
    - 2019: transition to GRI Standards Core, launch of the 2020–2024 Strategy, significant investments in the network.

Pandemic period (2020-2021)

- **OMV Petrom**: GRI reports consolidated with TCFD (climate), SASB (investors) and IPIECA; EU Taxonomy reporting is added in 2021.
- **Electrica**: in 2020 new chapters on COVID-19 and Innovation appear; structure maintained in 2021, with a focus on methodological validation through external consultancy.

Post-pandemic period (2022-2024)

- **OMV Petrom**:
    - 2022–2023: GRI 2021 + GRI 11 OG reporting, maintenance of TCFD, SASB, IPIECA frameworks, plus EU Taxonomy integration.
    - 2024: transition to ESRS (under the CSRD Directive), integrated into the annual report.
- **Electrical**:
    - 2022: applies the EU Taxonomy according to Art. 8.
    - 2023: Expand materiality analysis and recalibrate data.
    - 2024: moves to ESRS, integrates sustainability into the annual report and adopts the first external assurance missions.

Aspects referring to assurance missions (**Table no. 5**)

Pre-pandemic period

- **OMV Petrom**: the first attempts at ISAE 3000 limited insurance (EY) in 2014–2015, but since 2016–2019 it is no longer found constantly.
- **Electrica**: did not have formalized insurance missions; only external validations through CSR Index.

Pandemic period

- **OMV Petrom**: in 2020 it reintroduces the ISAE 3000 (EY) limited insurance, based on selected indicators.
- **Electrica**: collaborates with EY for methodological validation, but without a formal ISAE framework.

Post-pandemic period

- **OMV Petrom**:
    - 2022: ISAE 3000 (EY).
    - 2023: Change auditor at KPMG.
    - 2024: ISAE 3000 limited insurance under ESRS (KPMG).
- **Electrical**:
    - 2024: first ISAE 3000 limited assurance assignments, issued by Deloitte, with conclusion with revenue reservations (uninvoiced receivables).

Main indicators (**Table no. 6**)

Pre-pandemic period

- **OMV Petrom**: HSSE core set (fatalities, TRIR, LTIR, severity, accidents), environmental indicators (GHG Scope 1–3, emissions, water, waste, leakage), human resources and community.
- **Electricity**: financial (revenues, net profit, EBITDA), distributed energy and CPT, investments in the network, number of employees, warnings, OSH incidents.
- Both: SAIFI and SAIDI operational indicators (continuity of supply).

Pandemic period

- **OMV Petrom**: reports HSSE + carbon indicators, but adds intensities and reports according to TCFD/SASB; maintains IPIECA guidelines.
- **Electrica**: includes pandemic-specific indicators (online training hours, health and safety), Green Deal and CPT objectives.

Post-pandemic period

- **OMV Petrom**: expands HSSE indicators (TRIR/LTIR), CO_2/methane intensities, diversity and training, community investments; adds EU Taxonomy indicators (CA, CapEx, OpEx).
- **Electricity**: more detailed on CO_2, energy, OSH (GRI 403), diversity (GRI 405); since 2022 reports EU Taxonomy (CA/CapEx/OpEx).
- **2024** (both entities): reports according to ESRS, structured on Environmental-Social-Governance, with

integrated indicators and full alignment with the EU Taxonomy.

The comparative analysis of the evolution of sustainability reporting highlights two convergent trajectories towards the same standard, namely ESRS, differentiated by the timing of implementation and the multitude of frameworks adopted.

Electrica SA initiates the process in 2016 with the GRI G4 – Core standard, initially using an elementary linear structure (profile-services-performance). The company demonstrates a remarkable ability to adapt quickly: in 2017–2018 it integrates corporate governance dimensions, systematic stakeholder mapping and expands environmental indicators (biodiversity, waste management). The year 2019 marks the strategic anchoring in the 2020–2024 Strategy and the intensification of investments in distribution infrastructure (+43% above ANRE's requirements). In 2020, the company introduces the chapter dedicated to innovation and documents the organizational response to the pandemic, implementing a methodological validation without ISAE certification. The subsequent period maintains compliance with the GRI Standards until 2023, including the 2022 EU Taxonomy reporting. The transition to 2024 is achieved by integrating ESRS into the annual report and obtaining the first ISAE 3000 (Deloitte) limited insurance, which highlights a qualified conclusion on the "turnover – unbilled receivables" component.

OMV Petrom presents a path of progressive maturation over an extended period. The company moves from the absence of a declared framework in 2011, to the implementation of GRI 3.1 in 2012, followed by the reporting of GRI G4 – Core at OMV Group level in the period 2014–2015, accompanied by ISAE 3000 (EY) limited insurance. Since 2016, reporting has been carried out at OMV Petrom level, structured on thematic pillars: HSSE, carbon management, innovation, human capital and business principles. The publication of the Strategy 2019–2025 in 2019 constitutes the strategic anchor point. The year 2020 represents the inflection point: maintaining GRI is combined with the addition of TCFD and SASB frameworks, and the return to ISAE 3000 limited assurance (EY) marks the strengthening of external verification practices. From 2021, the portfolio is completed with the reporting of the EU Taxonomy. The period 2022–2023 is characterized by the maintenance of the GRI 2021 (including the specifications of the Oil & Gas sector) and the change of auditor at KPMG in 2023. The transition to 2024 is materialized by the adoption of the ESRS (Sustainability Statement Integrated in the Annual Report) with limited insurance (KPMG).

From a benchmarking perspective, the fundamental convergence is obvious: both entities adopt the ESRS and integrate the EU Taxonomy ahead of the final transition. The differences are identified at the calendar level and in the number of standards applied: OMV Petrom implements external insurance and market frameworks (TCFD/SASB/Ipieca) previously and constantly, while Electrica achieves an accelerated recovery in the period 2022–2024. At the level of indicators, a comparable common set is identified (GHG Scope 1–2, energy consumption, TRIR/LTIR, human capital), in parallel with sector-specific indicators: SAIDI/SAIFI and CPT for Electrica versus hydrocarbon spills and an extended HSSE set for OMV Petrom.

The conclusion highlights the validity of two distinct implementation strategies – methodical pioneering (OMV Petrom) and accelerated alignment (Electrica) – which lead, in 2024, to the same level of formal compliance with European reporting requirements.

3.5. Auditors' challenges in sustainability reporting

As non-financial transparency requirements expand and ESG (environmental, social, and governance) criteria become essential components in companies' decision-making processes, auditors are facing unprecedented methodological and operational challenges. The complexity of data on environmental, social and governance performance, the lack of a globally uniform reporting framework and the need to develop interdisciplinary skills require a profound reassessment of how sustainability information is trustworthy.

To systematize these challenges and identify both internal and external resources that can facilitate or hinder an effective ESG audit, we used a SWOT analysis:

1. **Strengths**

   Auditors start from an impeccable methodological discipline, acquired in financial auditing, and professional skepticism – cruciform in detecting discrepancies – extends directly to ESG data, guaranteeing robustness and confidence in the process (Awadallah & El-Said, 2016). In addition, adherence to the IESBA Code and the implementation of ISQM 1 amplifies independence and quality control, creating an unquestionable ethical framework for non-financial insurance.

2. **Weaknesses**

   The lack of a common language in sustainability reporting – scattered terminology and mismatched criteria – diminishes the consistency of assessments and requires auditors to completely review testing procedures to ensure consistency and rigour (Rahman & Putri, 2023). Moreover, the lack of expertise in areas such as climate risk or social responsibility reduces the accuracy of the analysis and illustrates the opportunity for subjective interpretations (Agustina & Indrayani, 2020).

3. **Opportunities**

   The demand for ESG auditing can be transformed into a strategic advantage through intensive training programs in environmental, social and governance (Razali et al., 2025). Also, the implementation of digital text-mining solutions and interactive visualization tools has the potential to significantly increase the efficiency and depth of non-financial data analysis (Tarek et al., 2017). The convergence of financial and sustainability audits also offers the possibility of a synthetic assessment, capable of capturing the interdependencies of risks and opportunities.

4. **Threats**

   ESG regulations – from CSRD and the EU Taxonomy to the International Sustainability Standards Board (ISSB) – follow one another at an ever-accelerating pace, forcing audit firms to have huge resources and costs for continuous adaptation. The pressure of public opinion and investors for absolute transparency increases reputational risk: any omission or superficial audit can affect the credibility of reporting. At the same time, the shortage of ESG experts – the number of specialized auditors remains insufficient compared to demand – undermines the consistent application of non-financial audit practices in line with market-imposed standards.

Conclusions

The transformation of sustainability reporting in the energy sector, analyzed in the light of the Electrica SA (2016–2024) and OMV Petrom (2011–2024) comparative series, illustrates an evolution from predominantly descriptive GRI instruments (G4/Standards/GRI 2021), implemented without systematic verification, to a standardized, mandatory European regulatory framework ensured by ESRS.

Organizational trajectories differ in the timing of adoption and the diversity of the frameworks implemented. Electrica makes the transition to ESRS in 2024, simultaneously obtaining the first ISAE 3000 limited insurance, which highlights a conclusion with reservations on the "turnover – unbilled receivables" component. This path follows an evolution based on the GRI and the integration of the EU Taxonomy in 2022. OMV Petrom demonstrates a pioneering approach, initiating the process in 2012 with GRI 3.1, progressing to OMV Group level reporting in the period 2014–2015 through GRI G4 with ISAE 3000 limited assurance (EY), then implementing entity-level reporting in the period 2016–2019 through GRI. The 2020–2023 interval is characterized by the strengthening of GRI reporting with the integration of the TCFD/SASB/Ipieca and EU Taxonomy frameworks (as of 2021), maintaining the limited assurance with the auditor's amendment to KPMG in 2023, in order to complete the transition to ESRS in 2024.

This structural transformation is driven by the convergence of three factors: the impact of the COVID-19 pandemic, which has significantly expanded the environmental and social sections and required the detailed description of operational risks; accelerating European regulations through CSRD, Taxonomy and ESRS; as well as the imperative of the credibility of ESG information for investors and stakeholders.

From the conceptual perspective, a transition structured in four stages is identified, common to both series analyzed: the first stage emphasizes structure and transparency through the implementation of the GRI; the second marks the emphasis on materiality and economic relevance; the third systematically integrates climate risks through TCFD; and the fourth achieves the systemic vision under ESRS, with clearly defined roles for governance, strategy, risk management and target setting. At the same time, sectoral differentiation remains legitimate and necessary. OMV Petrom structures early reporting on the HSSE–carbon–innovation–people–business principles thematic pillars, reflecting the complexity of oil operations. Electrica initially adopts the logic of the lines of activity (distribution/supply/services) and progressively converges towards materiality and ESRS, corresponding to the specificity of electricity distribution.

However, there is a common core of indicators (GHG Scope 1–2, energy consumption, TRIR/LTIR, human capital) that facilitates cross-sectoral comparability. The specific indicators – SAIDI/SAIFI and CPT at Electrica, respectively the hydrocarbon spills and the extended HSSE set at OMV Petrom – require contextual analysis to understand the sectoral performance.

This comparative evolution demonstrates that, regardless of the starting point or strategy adopted, the energy sector is converging towards European reporting standards, with key implications for transparency, accountability and comparability of sustainability reporting.

From the point of view of ESG auditing: on the one hand, the profession has structural advantages – methodological rigour, professional skepticism, ethical framework (IESBA) and quality management (ISQM 1), and on the other hand, there are also vulnerabilities such as the lack of a common language between professionals and a lack of expertise on climate/social issues, while the opportunities (interdisciplinary, digital analytics, text-mining, visualizations) are counterbalanced by concrete threats: the accelerated pace of regulations (CSRD, Taxonomy, ISSB), reputational pressure for transparency and insufficient specialized resources for assurance missions.

The contribution of the article consists of a comparative-longitudinal analysis on two industries in the same sector (utilities vs. oil & gas) that: isolate the effect of the pandemic in the dynamics of reporting, map the chronology of frameworks (GRI → EU Taxonomy → ESRS) and illustrate the insurance trajectories (structured early initiative vs. accelerated alignment). In addition, it proposes an operational grid that can represent a guide on the preparation of reports – structure of the report, standards used, developments between years, ISAE 3000 & auditor, set of indicators – useful for both research and practice. With clearly defined assurance procedures and analysis adapted to the specifics of the industry, the ESG audit can become a consistent, comparable and directly usable tool in strategic decisions.

References

1. Abbas, A. F., & Khatib, S. F. A. (2025). Introduction to Sustainability Assurance: In S. F. A. Khatib & A. F. Abbas (Eds.), *Navigating Trust in Sustainability Reporting and Assurance* (pp. 1–30). IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0117-4.ch001
2. Abdelmoneim A. Awadallah & Haitham Mohamed El-Said. (2016). Implications of Financial and Non-financial Measures on the Refinement of the Assessments of Audit Risk: An Empirical Investigation. *Journal of Modern Accounting and Auditing*, 12(7). https://doi.org/10.17265 1548-6583/2016.07.002/
3. Agustina, I., & Indrayani, E. (2020). The Role of Internal And External Factors on Audit Quality. *Jurnal Manajemen Dan Keuangan*, 9(1), 73–87. https://doi.org/10.33059/jmk.v9i1.2481
4. Al Shbail, M. O., Jaradat, Z., Al-Hawamleh, A., Hamdan, A., & Musleh Alsartawi, A. M. A. (2025). Enhancing audit quality in non-Big 4 firms: The role of remote auditing and audit staff capabilities. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 23(2), 700–720. https://doi.org/10.1108/JFRA-11-2023-0653
5. Aly, A. W. N., & Badawy, H. A. E. S. (2024). External Assurance on Sustainability Reporting of Listed Companies in the Context of Egypt Vision. https://doi.org/10.21608/caf.2024.372939
6. Awa, H. O., Etim, W., & Ogbonda, E. (2024). Stakeholders, stakeholder theory and Corporate Social Responsibility (CSR). *International Journal of Corporate Social Responsibility*, 9(1), 11. https://doi.org/10.1186/s40991-024-00094-y
7. Belkaoui, A., & Karpik, P. G. (1989). Determinants of the Corporate Decision to Disclose Social Information. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 2(1). https://doi.org/10.1108/09513578910132240/
8. Brammer, S., & Pavelin, S. (2008). Factors influencing the quality of corporate environmental disclosure. *Business Strategy and the Environment*, 17(2), 120–136. https://doi.org/10.1002/bse.506
9. Brown, J., & Fraser, M. (2006). Approaches and perspectives in social and environmental accounting: An overview of the conceptual landscape. *Business Strategy and the Environment*, 15(2), 103–117. https://doi.org/10.1002/bse.452
10. De Santis, F., & D'Onza, G. (2021). Big Data and Data Analytics in Auditing: In Search of Legitimacy. *Meditari Accountancy Research*, 29(5), 1088–1112. https://doi.org/10.1108/MEDAR-03-2020-0838
11. Gavriel Faith Nangoy, Carmel Meiden, & Suheriyatmono. (2024). Analysis of the Quality of ISAE 3000 Assurance Statements on Corporate Sustainability Reports Across Stock Exchanges in Several Countries:

A 2020-2022 Study. *International Journal of Social Science*, 3(5), 581–588. https://doi.org/10.53625/ijss.v3i5.7426

12. Gillet-Monjarret, C. (2018). Assurance reports included in the CSR reports of French firms: A longitudinal study. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 9(5), 570–594. https://doi.org/10.1108/SAMPJ-09-2017-0098
13. Hahn, R., & Kühnen, M. (2013). Determinants of sustainability reporting: A review of results, trends, theory, and opportunities in an expanding field of research. *Journal of Cleaner Production*, 59, 5–21. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.005
14. Kolk, A. (2008). Sustainability, accountability and corporate governance: Exploring multinationals' reporting practices. *Business Strategy and the Environment*, 17(1), 1–15. https://doi.org/10.1002/bse.511
15. Kruger, S., & Steyn, A. A. (2021). A conceptual model of entrepreneurial competencies needed to utilise technologies of Industry 4.0. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 22(1), 56–67. https://doi.org/10.1177/1465750320927359
16. Laskar, N., & Gopal Maji, S. (2018). Disclosure of corporate sustainability performance and firm performance in Asia. *Asian Review of Accounting*, 26(4), 414–443. https://doi.org/10.1108/ARA-02-2017-0029
17. Mititean, P., & Sărmăș, N.-F. (2023). The Relationship Between Sustainability Reporting and Corporate Performance. Evidence from the European Energy Sector. *CECCAR Business Review*, 4(6), 1–11. https://doi.org/10.37945/cbr.2023.06.01
18. Mohd Razali, F., Sulaiman, N., Abdul Manan, D. I., & Said, J. (2025). Sustainability of Audit Profession in Digital Technology Era: The Role of Competencies and Digital Technology Capabilities to Detect Fraud Risk. *SAGE Open*, 15(1), 21582440241304974. https://doi.org/10.1177/21582440241304974
19. Nogueira, E., Gomes, S., & Lopes, J. M. (2023). Triple Bottom Line, Sustainability, and Economic Development: What Binds Them Together? A Bibliometric Approach. *Sustainability*, 15(8), 6706. https://doi.org/10.3390/su15086706
20. Onofrei, M., Fîrțescu, B. N., Oprea, F., & Cojocaru, D. C. (2024). The effects of environmental patents on renewable energy consumption. *Green Finance*, 6(4), 630–648. https://doi.org/10.3934/GF.2024024
21. Pavelescu, C., Panus, D., & Neagu, I. (2023). Environmental, social and governance (ESG) reporting. *Provocările Contabilității în Viziunea Tinerilor Cercetători*, Ed. VII, 429–433. https://doi.org/10.53486/issc2023.57
22. Rahman, F., & Putri, G. (2023). Auditors' Understanding of Corporate Social Responsibility (CSR) in Audits. *Golden Ratio of Auditing Research*, 3(1), 21–31. https://doi.org/10.52970/grar.v3i1.374
23. Rahman, F., Putri, G., Wulandari, D., Pratama, D., & Permadi, E. (2021). Auditing in the Digital Era: Challenges and Opportunities for Auditor. *Golden Ratio of Auditing Research*, 1(2), 86–98. https://doi.org/10.52970/grar.v1i2.367
24. Rocha, Isabel, António da Silva & Álvaro Ribeiro. (2019). Corporate social responsibility, stakeholder theory and the triple bottom line. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 21(3), 398–416.
25. Schramade, W. (2017). Investing in the UN Sustainable Development Goals: Opportunities for Companies and Investors. *Journal of Applied Corporate Finance*, 29(2), 87–99. https://doi.org/10.1111/jacf.12236
26. Secchi, D. (2006). The Italian experience in social reporting: An empirical analysis. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 13(3), 135–149. https://doi.org/10.1002/csr.96
27. Spence, C. (2009). Social and environmental reporting and the corporate ego. *Business Strategy and the Environment*, 18(4), 254–265. https://doi.org/10.1002/bse.600
28. Susilo, D., & Dizon, C. C. G. (2023). Green and Sustainability Issues on Digital Marketing Communication on Gcash Philippines. *International Journal of Environmental, Sustainability, and Social Science*, 4(5), 1454–1461. https://doi.org/10.38142/ijesss.v4i5.843
29. Svanberg, J., Ardeshiri, T., Samsten, I., Öhman, P., Neidermeyer, P. E., Rana, T., Semenova, N., & Danielson, M. (2022). Corporate governance performance ratings with machine learning. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 29(1), 50–68. https://doi.org/10.1002/isaf.1505
30. Tarek, M., Mohamed, E. K. A., Hussain, M. M., & Basuony, M. A. K. (2017). The implication of information technology on the audit profession in developing country: Extent of use and perceived importance. *International Journal of Accounting & Information Management*, 25(2), 237–255. https://doi.org/10.1108/IJAIM-03-2016-0022

Sursa pentru rapoartele de sustenabilitate:

Electrica SA: https://www.electrica.ro/investitori/rezultate-si-raportari/rapoarte-de-sustenabilitate/

OMV Petrom:
https://www.omvpetrom.com/ro/sustenabilitate/raportare-si-performanta/rapoarte-de-sustenabilitate
https://www.omvpetrom.com/ro/news/availability-of-the-annual-reports-and-the-reports-on-payments-to-governments-for-2024

Sursa pentru standardele analizate:

1. **CSRD**: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464
2. **EU Taxonomy**: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0852&from=EN
3. **GRI**: https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-english-language/
4. **IFRS S1**: https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/publications/pdf-standards-issb/english/2023/issued/part-a/issb-2023-a-ifrs-s1-general-requirements-for-disclosure-of-sustainability-related-financial-information.pdf?bypass=on
5. **IFRS S2**: https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/publications/pdf-standards-issb/english/2023/issued/part-a/issb-2023-a-ifrs-s2-climate-related-disclosures.pdf?bypass=on
6. **ISAE 3000**: https://www.iaasb.org/publications/international-standard-insurance-liabilities-isae-3000-revised-insurance-liabilities-other-GOLD-AUDITS
7. **NFRD**: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0095
8. **SFDR**: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2088
9. **TCFD**: https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2022/12/tcfd-2022-overview-booklet.pdf

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**20265**, *149-168*
ISSN on-line: 1844-8801

Paper presented at the IXth Congress of the Romanian financial auditor profession

External Public Audit and Contemporary Challenges: Promoting an Integrated Framework for Performance, Resilience, and Sustainability

Univ. Prof. Maria NICULESCU, Ph. D., Director,
Centrul de studii avansate privind durabilitatea (CeSAD),
e-mail: maria.niculescu@durabilitate.ro

Lorena PREDESCU, Ph. D.,
External Public Auditor, e-mail: lorena.predescu@rcc.ro

Cristina Elena VOICU, Ph. D. Student,
SEEA, West University of Timisoara, Romania,
External Public Auditor, e-mail: cristina.voicu86@e-uvt.ro

Abstract

External public audit, as an independent activity designed to assess the legality, regularity, and performance of public fund management, faces multiple and complex challenges today. Coming from both external and internal environments, these challenges fuel paradigm shifts and changes in external public audit practices, which have moved beyond their traditional role of financial verification towards compliance and performance assessments.

Over the past two decades, performance auditing has gradually established itself as a distinct practice, regulated at both the international and national levels. The authors put forward the idea that, in the context of current global changes, marked by natural disasters, global warming, international conflicts, political instability, and crises that weaken public institutions, the performance paradigm is, if not outdated, at least limited from an epistemic and operational point of view. Organizational resilience and the persistence of natural and human systems in equilibrium form the foundation of the new paradigm of sustainability, which has become a major concern at both the national and international levels. Initiatives such as Agenda 2030, the Green Deal for Europe, and the European regulatory and normative framework on sustainability are concrete examples of this new direction.

Promoting a framework for integrating the performance-resilience-sustainability (PRS) triad into external public audit is the guiding thread of this research, starting from a central question: what is the perspective of external public audit in the context of the new requirements for resilience and sustainability?

To cite this article:
Niculescu, M., Predescu, L., Voicu, C. E. (2026), External Public Audit and Contemporary Challenges: Promoting an Integrated Framework for Performance, Resilience, and Sustainability, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.149-168,
DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/003

To link this article:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/003
Received: 17.08.2025
Revised: 20.08.2025
Accepted: 3.01.2026

The article proposes the conceptual development of the PRD triad, in particular its emerging dimensions, with the aim of enriching the theoretical and methodological framework of external public audit. It also aims to validate one of the two possible hypotheses regarding the promotion of the PRD triad in external public audit: its integration into current forms of audit or the institutionalization of a new form of audit focused on sustainability, following the model used in the private sector. The research methodology used for this purpose included: documentary analysis (specialized literature, national and European legislation, INTOSAI documents, audit reports, etc.), content analysis and secondary analysis of relevant scientific studies, as well as qualitative research based on the focus group technique.

Key words: *performance; sustainability; resilience; audit; risk; taxonomy;*

JEL Classification: *M41, M42, Q52*

Introduction

The accelerated pace of change in the public sphere, reflected, among other things, in recurring climate and social crises, global strategic reconfigurations, institutional instability, and intensifying regulatory and normative pressures, calls for a thorough reconceptualization of the framework for managing and evaluating public resources. In this complex context, external public audit cannot remain focused exclusively on legality and financial performance, but must respond to emerging challenges related to resilience and sustainability. This article explores these issues from an integrated perspective, providing a conceptual and empirical analysis relevant to researchers, practitioners, and decision-makers.

The structure of the paper is as follows:

1. The epistemological and methodological framework of the research
2. The "performance-resilience-sustainability" (PRS) triad in an integrated approach
3. The Supreme Audit Institutions (SAIs) vision on sustainable development
4. European regulations on sustainability – a source of innovation for SAIs
5. Research results and discussions
6. Limitations and perspectives of the research.

1. Epistemological and methodological framework of the research

Reflection on the stakes of external public audit in the face of contemporary challenges is of growing interest today, in the context of the international commitments made through the 2030 Agenda, but especially in light of recent European policies and regulations on sustainability. This reflection has the potential to contribute to strengthening the theoretical framework of external public audit and to stimulating interdisciplinary research in the broader field of sustainable development.

Given the complexity of the issues raised by this reflection, the authors have chosen as their guiding thread the promotion of an integrated framework for addressing the triad of "performance-resilience-sustainability" (PRS) in external public audit. The approach starts from the premise that, in the current context of global change, marked by natural disasters, global warming, international conflicts, political instability, and crises that weaken public institutions, the performance paradigm is, if not outdated, at least limited from an epistemological and operational point of view. Organizational resilience and the persistence of natural and human systems in equilibrium form the foundation of the new sustainability paradigm, which has become a major focus of interest at both the national and international levels.

The central research question: *what is the outlook for external public audit in the context of the new requirements for resilience and sustainability?* This raises numerous secondary questions, of which we have identified three significant ones:

- How are resilience and sustainability dimensions currently integrated into external audit, particularly performance audit?
- To what extent can the European regulatory framework on sustainability and sustainability auditing be a source of innovation for the public sector?

- What is the perception of practitioners regarding the institutionalization of a new form of external public audit focused on resilience and sustainability?

The research has a constructivist epistemological stance, considering that the act of auditing is a subjective social construction of the auditor, influenced by their perceptions, interactions, and practices, which is given local meanings in specific audit contexts (Berger & Luckmann, 1966; Niculescu & Galabov, 2021).

The paper is based on rigorous documentary research, using academic sources, databases, secondary sources from international and European bodies and national SAIs on sustainable development, sustainability and resilience, etc. The authors have conducted an in-depth analysis of the latest European regulations on sustainability, pursuing two main objectives:

- identifying legal innovations relevant to the public sector;
- identifying conceptual and methodological innovations applied in the private sector that can serve as sources of inspiration for external public audit.

These include, in particular: the EU Taxonomy Regulation, the CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), the CSDDD (Corporate Sustainability Due Diligence Directive), the SFDR (Sustainable Finance Disclosure Regulation) etc. The documentary research was supplemented, where necessary, by content analysis. The article is also inspired by a series of informal exchanges with experts in the field. To validate the theoretical assumptions, the authors used the qualitative focus group method.

The complexity of the subject explains the diversity of theories mobilized in the research: development theories, organizational performance theories, organizational resilience theories, etc. These provide an integrative framework for reflection on sustainable, inclusive, and resilient policies and practices, which are indispensable in the face of current global challenges.

Development theories have evolved from linear economic models to complex, integrated paradigms. In the context of recurring crises, recent theories integrate the constraints of the Anthropocene era and promote development within ecosystem boundaries. The planetary boundaries theory (Rockström et al., 2009) outlines an ecological "safety space," and the Donut model (Raworth, 2007) proposes a balance between the social foundation and planetary boundaries.

In the performance approach, agency theory and stakeholder theory are fundamental. Agency theory (Jensen and Meckling, 1976) highlights the challenges of aligning interests in situations where ownership and control are separated. Complementary to this, stakeholder theory (Freeman, 1984) extends organizational responsibility beyond shareholders, including all actors affected by the organization's decisions, such as employees, communities, and the environment. In the public sector and in the context of sustainable development, this perspective supports performance assessment in terms of the impact, resilience, and sustainability of economic and social systems, as well as the value created for multiple categories of actors.

Organizational resilience has become a key concept in management literature, approached from multiple theoretical perspectives. Among the most influential are the capabilities perspective (Duchek, 2020), the process perspective (Lengnick-Hall et al., 2011), the theory of high-reliability organizations (Weick & Sutcliffe, 2007), and the dynamic capabilities theory (Teece, 2007).

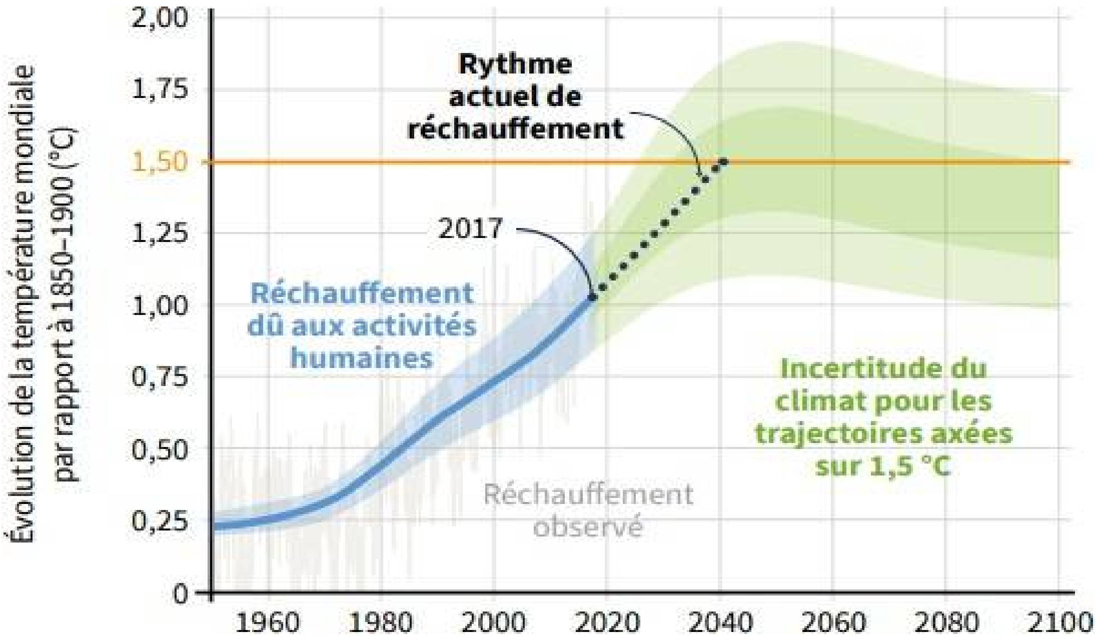
Given this complexity, the article does not aim to provide an exhaustive approach or full empirical validation, but rather to open up avenues for reflection and action.

2. The "performance-resilience-sustainability" (PRS) triad in an integrated approach

"The entire face of the Earth today bears the imprint of human power"[1], stated Buffon in 1778. The relevance of his observation is striking today, as human control over the natural environment has increased considerably throughout the Anthropocene, taking on dimensions and forms unimaginable in his time. Extensive scientific data on the Anthropocene, including that of the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), according to which warming due to human activities was +1°C above pre-industrial levels in 2017, shows that at this rate, global temperatures will rise by 1.5°C around 2040, as shown in **Figure no. 1**.

[1] Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788), French naturalist, mathematician, biologist, cosmologist, philosopher, and writer, made this remark in *Les Époques de la* Naturem, quoted by Maria Niculescu in *La transparence des entreprises dans un monde plus chaud - des questionnements novateurs dans la recherche de gestion.*

Figure no. 1. Global warming trend



Source: extract from GIEC (2019), Réchauffement planétaire de 1,5°C, p. 5

In this context, the question of the resilience of economic and social systems in a world undergoing profound change, whose projections vary according to the urgency, rigor, and scope of the measures that society will adopt, arises legitimately in, particularly in the field of climate and of resource management. The integration of the triad

"performance-resilience-sustainability" (PRS) into development doctrine and empirical models is becoming a necessity and involves the mobilization of a variety of concepts and scientific fields.

The concept of performance has been the subject of numerous studies and publications. However, there is no single definition that has stood the test of time, given the complexity of the subject, the multitude of underlying theories, and the diversity of measurement indicators. Without achieving unanimity, the acceptance of performance as "the ability of an enterprise to achieve its objectives, regardless of their nature and variety" is one of the most frequently mentioned. Over time, countless other meanings of performance have been proposed. The definition according to which "performance is a level of unstable potentialities of the enterprise, achieved through everything that has contributed to optimising the value-cost ratio and maintaining the sustainable competitiveness of the enterprise in its strategic segments" (Lavalette, G., Niculescu, M., 1999) has the merit of establishing a link between value creation and the sustainability of a company. After 2000, the evaluation of business performance had to integrate criteria relating to social and environmental value creation, proposed by international or regional bodies (GRI, European Commission etc.).

European sustainability regulations, in particular the EU Taxonomy, CSRD, and SFDR, have brought major innovations in terms of the meaning of sustainability performance, the definition of indicators and targets, and its complementarity with financial performance. In the spirit of these reference documents, sustainability performance refers to a company's ability to integrate environmental, social, and governance aspects into its strategy, business model, and operations in order to prevent or mitigate its significant negative impacts, manage the risks associated with its impacts and dependencies, to seize opportunities related to the sustainable transition, while ensuring its financial viability.

This perspective is based on the principles of double materiality and "DNSH" (do no significant harm) and on the effectiveness of reasonable diligence.

The resilience of natural, economic, and social systems to shocks, i.e., their ability to respond to disruptions while maintaining their identity, original functions, and capacity to adapt, learn, and transform, is now a major concern for decision-makers at all levels. Our research places the Supreme Audit Institutions' approach to resilience in the context of European regulation on global warming and sustainability.

The concept of "*resilience,*" derived from the Latin word *"resilire,"* means the ability of a person or system to withstand crises, adapt to change, and recover from external shocks. Resilience is a complex, multidimensional, multifactorial process. The issue of resilience can be addressed at different levels: that of a person, a product, an activity, an organization, an ecosystem, a human community, a territorial community, an economy (national, regional), etc. The growing interest in resilience at the conceptual and empirical levels is due to recurring economic, social, and environmental crises, shocks that affect society as a whole, generating risk and uncertainty. The multitude of disruptive factors, on the one hand, and the elements vulnerable to their action, on the other, have led to the decline of the general concept into organizational resilience, economic resilience, ecological resilience, climate resilience, social resilience etc.

Management research has focused particularly on organizational resilience, without arriving at a common, universal definition. For some, resilience is "*the intrinsic capacity of an organization to maintain or regain a stable state that allows it to continue its activities after a major accident and/or in the presence of continuous stress"* (Weick, 2015). For others, it means "*the ability of an organization to continue, recover, and resist failures, incidents, crises, and periods of disruption, as well as to be flexible enough to adapt to changing markets and environments and to be prepared for the future"* (van Maaren I, 2022). The key words in these academic definitions are "continuity," "resilience," and "ability to recover."

The concept of organizational resilience is often associated with that of organizational performance, even though their nature is different but not contradictory. Performance refers to an organization's ability to manage its resources appropriately and achieve its objectives efficiently and effectively, while resilience refers to an organization's ability to cope with adversity, protect its resources, withstand shocks, and recover from them. However, an organization can be very successful in the short term but not resilient to crises. There are many reasons for this: strategic fragility (heavy dependence on a single market or supplier or on a passing fad), organizational rigidity, climate hazards, etc. In such cases, an unforeseen event such as a trade war, a disruption in the supply chain, or a natural disaster can cause it to collapse. An organization is both high-performing and resilient if it controls its financial situation while ensuring room for maneuver to secure itself against unforeseen events (Niculescu, M., Burlaud, A., 2025).

Resilience is a recurring concern for international bodies, development agencies, and European institutions, which has become more evident since the COVID crisis. Their approach to resilience incorporates new dimensions, such as the "shock preparedness" mentioned by the World Bank, according to which resilience is "*the ability to prepare for disruptions, recover from shocks, and develop after a disruptive experience"* (World Bank Group, 2021). More recently, the World Bank has proposed a definition and methodology for assessing resilience to the level of an investment project, with the aim of better informing investors, host countries, and other stakeholders about the projects concerned. It has developed a model for assessing the resilience of a project based on confidence in its ability "*to integrate appropriate adaptation measures (...) to avoid financial, environmental, and social underperformance relative to expectations"* and promoting projects "*capable of strengthening the climate resilience of the sector and the project beneficiaries"* (World Bank Group, 2021). This methodology, even if not required by European standards, can serve as a basis for reflection by analysts and auditors and as a guide for institutions and actors in the public and private sectors.

In the IPCC approach, resilience is *"the capacity of social, economic, and environmental systems to cope with change, disturbances, or hazardous events, allowing them to respond to them or reorganize themselves in ways that maintain their function, identity, and fundamental structure, while maintaining the capacity for adaptation, learning, and transformation"* (IPCC, 2024). This definition, inspired by the Arctic Council, enriches the approach with two innovative aspects relating to: the capacity of systems to reorganise after a disruption in order to maintain their function, identity and fundamental structure; and the capacity of systems to maintain their capacity to adapt, learn and transform (Niculescu, M., Burlaud, A., 2025).

The European Commission has broadened and refined the scope of the concept by introducing an important axiological variable relating to social fairness and inclusion: *"the ability to cope with economic, social, and environmental shocks or structural changes in a fair,* *sustainable, and inclusive manner."* (Regulation (EU) 2021/241 of the European Parliament and of the Council). The axiological component is in line with the European commitment to put citizens first and ensure sustainable and inclusive growth. This approach is also incorporated in the Recovery and Resilience Facility, which aims, among other things, to make Member States more resilient, sustainable, and better prepared for the challenges and opportunities of the green and digital transitions and to achieve the EU's goal of climate neutrality by 2050. (Regulation (EU) 2021/241 of the European Parliament and of the Council).

Today, the approach to organizational resilience cannot ignore climate resilience, due to the risks posed by climate hazards and transition risks. An entity's climate performance is determined by its ability to control risks, take advantage of climate-related opportunities, and ensure the continuity of its activities and, ultimately, its resilience. The definition of climate resilience given by the European legislator is a technical definition that summarizes three interconnected dimensions of interest to both the private and public sectors:

- substantial - climate resilience means the ability of an enterprise to adapt to climate change and to changes or uncertainties related to climate change;
- functional - climate resilience implies the ability to manage climate-related risks in Scope 1 and to take advantage of climate-related opportunities, including the ability to respond and adapt to physical and transition risks;
- Structural - climate resilience includes both strategic and operational resilience to climate change, climate change developments, or climate change uncertainties.

These include measures to mitigate and adapt to climate change in line with global commitments, including the 2015 Paris Agreement (Corrigendum to Delegated Regulation 2023/2772). The strategic dimension involves integrating material sustainability aspects into an organization's strategy, taking into account its strategic vulnerabilities and capabilities, based on rigorous documentation. It is about its ability to understand challenges (development in general or climate issues), anticipate and prepare to address risks, and seize opportunities in a restrictive context. The operational dimension refers to its ability to act in terms of management, evaluation, and monitoring of progress.

Examining the actions designed and implemented to mitigate vulnerabilities and strengthen resilience, the consistency between policies, actions, and resources mobilized, flexibility, and margins for change provides the external auditor with an overview of the organization's capacity for transformation and the evolution of its resilience (Niculescu, M., Burlaud, A., 2025).

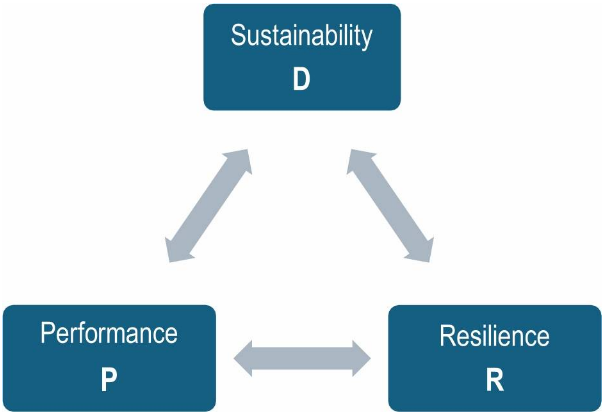
The concept of sustainability has been introduced into specialized literature and economic practice more recently. While we have a universal conceptual definition of "sustainable development," inspired by the Brundtland report, the conceptualization of "sustainability" is more nuanced. Sustainable development involves meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

"Sustainability" has become the central pivot of SDG commitments, the founding concept of certain legal instruments, and the watchword for information to be disclosed by companies and financial actors. However, its meaning and definition are extremely diverse, both due to its complexity and the multitude of perceptions, and due to the diversity of objectives and requirements of different standardization and sustainable development promotion bodies. This creates some conceptual confusion, accentuated by the replacement, in various contexts, of the concept of 'sustainability' by other terms such as sustainable development, corporate social responsibility, ESG (environmental, social, and governance) responsibility, corporate responsibility, non-financial responsibility of companies, etc., without necessarily covering the same realities.

Sustainability does not have its own legal definition. In the absence of a specific definition of sustainability, the legislator has chosen to define more precisely certain phrases that use the terms "sustainability" or "sustainable," thus making it possible to deduce or extend, through interpretation, a specific definition for sustainability: sustainable economic activity, sustainable finance, sustainable investment, sustainability factors, sustainability aspects, etc. Performance, resilience, and sustainability are intrinsically linked and influence each other, as suggested by **Figure no. 2**.

This PRD triad diagram reflects a functional and causal relationship that underlies all complex systems, whether technical, ecological, or organizational. The interdependence between performance and resilience determines not only the stability of current functioning, but also the persistence of the system's qualities over the long term, i.e., its sustainability.

Figure no. 2. Relational diagram of the PRD triad



Source: the authors

On the one hand, performance improvement optimizes short-term activity, but without resilient mechanisms, any external shock or disruption leads to operational decline or even functional collapse. On the other hand, increased resilience without adequate performance can lead to the preservation of inefficiency or stagnation. Only the integration of these two dimensions ensures the system's ability to absorb shocks, quickly return to normal operating parameters, and capitalize on the lessons learned from disruptions.

Sustainability thus emerges as an integrating dimension, generated by the balance and synergy between performance and resilience. Any engineering, management, or design decision that favors one dimension over the other will ultimately compromise sustainability. From this perspective, the PRD triad becomes the conceptual model indispensable to any structural assessment or sustainability strategy.

In conclusion, when integrated systemically, performance, resilience, and sustainability contribute to the achievement of sustainable development commitments, both at the entity level and globally (Niculescu, M., Burlaud, A., 2025).

3. The Supreme Audit Institutions (SAIs) vision on sustainable development

The considerable cost of measures to protect against shocks, especially those related to climate change, requires the mobilization of enormous resources, both public and private. Investments in the energy sector alone have been estimated by the TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures) at hundreds of billions of dollars annually. According to this working group's estimates, investments in the energy sector between 2016 and 2050 would increase by an average of approximately $830 billion (2010 EU dollars) per year above the cost of climate policies already in place (reference scenario) (TCFD/IPCC, 2019). Supreme Audit Institutions play a major role, through their control mission, in the formation, management, and use of public financial resources geared towards climate objectives and, more generally, towards the SDGs. This role was recently reaffirmed at the UN General Assembly, in December 2024, which adopted Resolution 79/231 *"Promoting and fostering the efficiency, accountability, effectiveness, and transparency of public administration by strengthening supreme audit institutions."*[1] The resolution emphasizes the role of Supreme Audit Institutions in promoting the efficiency, accountability, effectiveness, and transparency of public administration in achieving national development goals and priorities, as well as sustainable development goals. It recognizes the role of Supreme Audit Institutions in complying with international agreements and commitments, including those related to climate.

Extending the role of external public audit by adopting an integrated framework for performance, resilience, and sustainability is part of this innovative vision adopted at the international level.

In this context, INTOSAI launched the Climate Scanner initiative, a tool that enables independent assessments of government action on climate change, which many European countries have joined. All European Union countries, including Romania, have made a series of climate commitments that have become legally binding in the context of the 2030 Agenda, the 2015 Paris Agreement, the European Green Deal, the "Ready for 55" climate package, and the NRRPs.

Romania ratified the Paris Agreement through Law No. 57 of 2017. Supreme Audit Institutions play an important role in achieving the commitments made by contributing to governments' efforts to address climate change by providing independent and objective assessments of national action in this area, namely by assessing the

[1] https://www.intosai.org/fileadmin/downloads/documents/open_access/intosai_and_united_nations/79_231_2024/EN_UN_Resol_79_231.pdf

effectiveness of the implementation of public policies related to the environment and climate, assessing the effectiveness of resource allocation and use, and promoting transparency and good governance.

At the national level, initiatives related to policies for supporting, allocating, and using financial resources for SDGs and climate change adaptation have multiplied. In France, the second chamber of the Court of Auditors, entitled "Energy, Transport, Environment, Energy, and the Sea," covers key areas of SDGs and climate change mitigation and adaptation, focusing on the ecological transition. The ecological transition community created within it is a means of communication between experts, exchange of experience, and pooling of knowledge. Austria has integrated climate change considerations into its 2020-2024 stability program. The Spanish Ministry of Finance published an annual report in 2021 and 2022 on the adaptation of the budget to the sustainable development goals of the UN's 2030 Agenda, which includes a specific chapter on the "green budget." Such reports have also been produced in other countries such as Norway, Lithuania, the United Kingdom etc.

Romania has regulated green budgeting through Government Emergency Ordinance No. 75/2024 and Decision No. 1,074 of August 28, 2024, approving the methodological norms for implementing the provisions of Government Emergency Ordinance No. 75/2024 on the regulation of the labeling of budgetary and tax expenditures for green budgeting, as well as the Regulation on the organization, functioning, and powers of the Interministerial Committee for the labeling of budgetary and tax expenditures. These aim to ensure the responsible management of financial resources that contribute to environmental protection and the fight against climate change. Thus, budgetary expenditure and tax expenditure can be classified into the following categories: "green" expenditure, "brown" expenditure, "mixed" expenditure, "neutral" expenditure, "unlabeled" expenditure, from the most favorable effect, i.e., "green expenditure," to the least favorable effect, i.e., "brown expenditure."

These examples of national approaches highlight a significant evolution in the role of SAIs in modern public governance, positioning them as facilitators of the transition to sustainability and catalysts for aligning financial strategies with sustainable development goals.

4. European sustainability regulations – a source of innovation for SAIs

Sustainable development has long been at the heart of the European Union's policies and development initiatives, with their social and environmental dimensions included in the Union's treaties from the outset. In accordance with Article 11 of the Treaty on the Functioning of the European Union: "*Environmental protection requirements must be integrated into the definition and implementation of the Union's policies and activities, in particular with a view to promoting sustainable development.*" (TFEU, 2012). With regard to social aspects, a number of articles refer to fundamental social rights and respect for the European Social Charter (Turin, 1962), the Charter of Fundamental Rights of the European Union (2012) etc.

European institutions have repeatedly expressed their concern about the increasingly harmful consequences of climate change and resource depletion for our societies. In recent years, particularly in the context of the COVID-19 crisis, they have mobilized to promote development that meets the needs of current and future generations, commitments that are the guiding principle of European policies and strategies[1] (EC, COM (2021) 390 final).

The EU has committed to becoming the first climate-neutral continent by 2050, to reducing its greenhouse gas emissions by at least 55% by 2030 compared to 1990 levels, to strengthening its resilience to climate change, to reversing biodiversity loss and the overall degradation of the environment, leave no one behind in this process, and contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals.

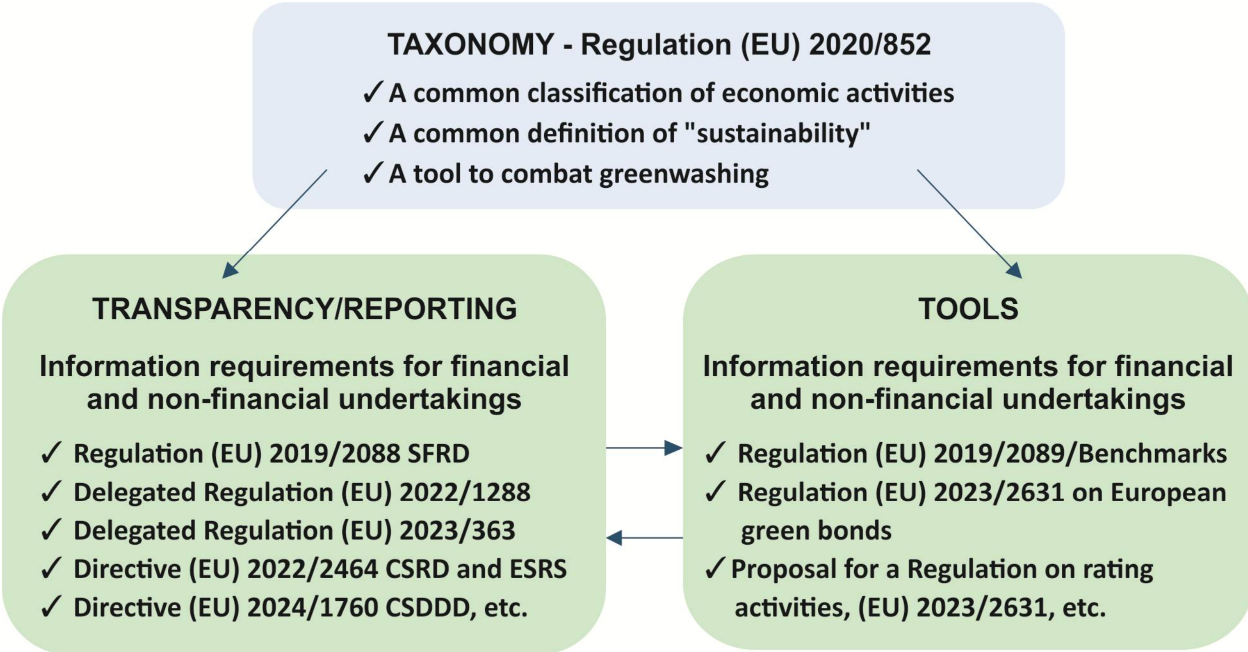
The main documents guiding sustainable development policies are:

- Action Plan - Financing Sustainable Growth (2018);
- Green Deal for Europe (2019);
- Strategy for Financing the Transition to a Sustainable Economy (2021).

These were followed by a set of legislative acts grouped around the term "sustainable finance." Some of these are summarized in the **Figure no. 3**.

[1] European Commission, COM (2021) 390 final, *Financing the transition to a sustainable economy,* p. 1

Figure no. 3. Elements of the European regulatory framework on sustainability



Art. 2, 5, 6, 7, 8, 18 Taxonomy
Recitals: 19, 20, 36, 55 Taxonomy

Source: Niculescu, M., Burlaud, A., 2025

As can be seen, the European regulatory and legislative framework reflects a complex approach, based on scientific evidence and proportionate to the current challenges of sustainability. It integrates numerous innovative elements, marking a significant break with previous regulations and, in particular, with voluntary standards.

These are legal acts with societal implications, the implementation of which should lead to profound changes in the way society produces and consumes. Strengthening resilience to climate change is a cross-cutting objective of all these regulations and is a European and national priority.

European regulations on sustainability and resilience are, or should be, benchmarks for Supreme Audit Institutions. The Taxonomy Regulation establishes criteria for determining whether an economic activity qualifies as environmentally sustainable for the purpose of establishing the extent to which an investment is environmentally sustainable. These are of interest to the public sector, especially in the context of green budgeting. National legislative frameworks should comply with the general principles and environmental objectives set out in the European Taxonomy in Article 9 when labeling budgetary expenditures, namely: climate change mitigation; adaptation to climate change; sustainable use and protection of water and marine resources; transition to a circular economy; prevention and control of pollution; protection and restoration of biodiversity and ecosystems.

The Regulation on sustainability-related information in the financial services sector (SFRD) also establishes a framework for directing investment flows towards sustainable activities/sectors, thereby contributing to strengthening the resilience of the real economy and the stability of the financial system. The CSRD goes further by introducing a number of conceptual and substantive innovations in the field of sustainability and organizational resilience (Niculescu M., Burlaud A., 2023). The Directive requires public and private companies to analyze and publish in their sustainability statements information on the resilience of their business model and strategy to risks associated with sustainability factors, in particular climate factors. Furthermore, this Directive introduced the requirement for sustainability statements to be audited by an external auditor based on accredited auditing standards. This is in line with the European legislator's ambition to put sustainability information on an equal footing with financial reporting. This innovation brought about by the CSRD strengthens the credibility of sustainability information vis-à-vis capital market participants (investors), the workforce (employees), goods or services (consumers and users), and communities (Burlaud A., Niculescu, M., Predescu, L., 2024).

While the CSRD sets out the conceptual framework and general principles for sustainability-related information to be reported by economic and financial actors, the Delegated Implementing Regulation on European Sustainability Reporting Standards (ESRS) defines the precise technical rules for the preparation and presentation of these reports. The ESRS standards are an indisputable source of innovation, including for the public sector, providing a number of reference points, including the following: rigorous conceptual clarifications; rigorous methodological recommendations on setting and validating sustainability objectives and targets; a scientifically based methodology for assessing and monitoring performance in the areas of environmental, social, and governance (ESG) factors; a coherent set of relevant indicators capable of accurately reflecting progress over time; and the formalization of key internal processes to ensure transparency, such as double materiality analysis and the conduct of *due diligence.*

The transposition of these requirements into practice varies from region to region and from country to country, depending on specific circumstances, the efficiency of the public bodies responsible, and the capacity of the professional and academic organizations concerned to mobilize. This diversity is understandable given the fact that there is no single path to climate and social transition, nor is there a single way to monitor progress towards a resilient and sustainable future.

5. Research results and discussions

The presentation of the main research findings on how the PRD triad is integrated into current external public audit practice, as well as the outlook for external public audit in the context of new resilience and sustainability requirements is structured as follows:

– Results of documentary research on the integration of resilience and sustainability into external public audit;
– Prospects for strengthening external public audit through an integrated approach to PRD;
– Validation of research results.

5.1 Results of documentary research on the integration of resilience and sustainability into external public audit

The main findings resulting from the analysis of the regulatory, institutional and operational framework on how resilience and sustainability requirements are reflected in external public audit work (both in reference documents and in audit practice) focused on the standards and guidelines issued by INTOSAI, on national reference documents at national level (regulations and public policies), as well as on the performance audit reports carried out by the Romanian Court of Accounts (CCR).

INTOSAI regulations and guidelines generally recommend that SAIs address performance, resilience, and sustainability issues by including them, in particular, in performance or public policy audits. Where necessary, these issues may be linked to financial and compliance audits, given the financial impact of environmental or resource management hazards and risks. To better understand the current situation regarding the integration of the PRD triad into external public audit, we conducted a lexical analysis (see **Appendix 1**), combined with a content analysis of recent INTOSAI guidelines and standards in force.

The main conclusions of the analysis are:

a) The concept of performance (P) dominates all major guidelines and standards (e.g., GUIDELINE 4910, GUIDELINE 9020, GUIDELINE 5200, etc.), confirming that performance assessment (efficiency, effectiveness, economy) remains the center of gravity in external public audit doctrine. In many cases, it remains limited to technical and financial dimensions, without integrating social or environmental dimensions. ISSAI Standard 3000 - "Performance Audit Standard" defines performance audit as an independent evaluation of the economy, efficiency, and effectiveness of public activities. The document's lexicon frequently uses related terms such as "efficiency", "objective", "performance audit", "audit criteria", "results", "evaluation" and "quality." Content analysis shows that the standard promotes performance as a central objective, structuring audit processes based on performance indicators and clearly articulated objectives. At the same time, performance is not an isolated goal, but is linked to the efficient use of resources, the quality of management, public value, and transparency.

b) The concept of resilience (R) is rarely used and is mainly associated with disaster auditing and public policy evaluation (e.g., GUIDELINE 5330, GUIDELINE 9020). Recent INTOSAI standards and guidelines deal with resilience mainly from the perspective of risk management and emergency response (GUIDELINE 5330). In fact, Guideline 5330 "Disaster Management Audit" is the only one that addresses resilience issues. Lexical analysis shows that the central terms are "adaptation", "prevention", "institutional capacity", "continuity" and "crisis." The approach to resilience is often sectoral, failing to fully integrate the systemic, anticipatory component required by current challenges (e.g., climate change, digitalization, socio-economic shocks). Key aspects such as innovation capacity, institutional adaptation, and proactive management of uncertainty are not sufficiently addressed.

c) The concept of sustainability (D) appears more frequently than that of resilience, especially in guidelines on environmental and development audits (GUIDELINE 5202, GUIDELINE 5330), and is often linked to concepts such as: "sustainability", "natural resources", "long-term impact", "environmental policies", "intergenerational equity." The content analysis highlights a structured framework for auditing activities with an environmental impact, evaluating development policies, and engaging in socio-ecological responsibility. However, despite the complex lexical structure, sustainability remains insufficiently integrated into the full audit cycle. It is often not directly linked to performance indicators or resilience mechanisms, and the link to generational balance and global sustainable development goals (SDGs) could be strengthened.

In conclusion, the performance–resilience–sustainability (PRS) triad is not (yet) integrated in a structured and systemic way into INTOSAI's official regulations: performance dominates the current framework, but in a classical form; sustainability is emerging; resilience is very little present, which indicates a key area for institutional and methodological innovation.

This analysis suggests that there are avenues for innovation in terms of expanding and deepening approaches to sustainability and resilience as essential pillars of external public audit in the face of the challenges of the 21st century.

If we refer to the national legislative framework, namely public policy documents and regulations implementing the national strategies adopted by the Government in the process of achieving the SDGs, the lexical analysis (see **Appendix 2**) combined with content analysis reveals a significant evolution towards the multidimensional integration of the concepts of performance, resilience, and sustainability (PRD) in strategic and regulatory discourse. The term "performance" continues to be central, associated with efficiency, competitiveness and impact on development, but gradually it is shifting from an exclusively technical and financial focus to a more comprehensive approach, in which social and environmental impact is becoming indispensable. "Resilience" is gaining ground as a defining element of adaptability, risk management, and policy continuity, and is increasingly linked to urban transformation processes and climate strategies. At the same time, "sustainability" is firmly establishing itself as a lexical and conceptual pillar, frequently appearing in the titles, objectives, actions, and indicators of documents, reinforcing the discourse focused on sustainability, the circular economy, and generational responsibility. This semantic density indicates a progressive maturation of the regulatory and linguistic framework, reflecting both anthropocene pressures and the demands for alignment with international sustainable development standards and indicators.

A correlated synthesis shows that INTOSAI standards prioritize performance (classic), followed by sustainability and, to some extent, resilience, while national regulations reflect a much more balanced integration of the PRD triad, especially in climate, urban, and environmental strategies, in the face of contemporary challenges.

The analysis was also deepened at the SAI level using the example of the Romanian Court of Auditors, based on performance audit reports from 2023-2024 (**Appendix 3**). A lexical analysis of these reports reveals a clear predominance of the concept of "performance," reflected both in the high frequency of the term and in the focus on efficiency, effectiveness, and quality in the evaluation of public services (e.g., water services, renewable energy, agriculture, and investments in natural gas). The lexicon is mainly focused on outcome indicators, competitiveness, resource efficiency, and the achievement of strategic objectives. "Resilience" appears sporadically in the reports, being associated with risk prevention actions, responses to floods or climate change, but is rarely treated as a systemic principle or as a separate pillar of the audit. The concept of "sustainability" is mainly linked to issues related to natural resources, energy independence, and equitable access to services.

Compared to the international and national regulations analysed above, the CCR reports focus on performance in the traditional sense, with some openings towards sustainability at sectoral level and a limited approach to resilience. This lexical and content structure confirms the need to expand and deepen the integration of the PRD triad into external public audit and suggests the direction of its evolution: from classic performance to complex, proactive, and sustainable assessments, in line with the requirements of the Anthropocene and global strategies.

5.2 Prospects for strengthening external public audit through an integrated approach to PRD

The European legislative framework on sustainability, represented by the EU Taxonomy Regulation, the SFRD Regulation, the CSRD Directive, and the CSDDD Directive, primarily targets the private sector and financial markets. The fundamental objective of these legal instruments is to increase corporate transparency on sustainability aspects by establishing a standardized and harmonized reporting framework, coupled with independent assurance requirements, aimed at strengthening stakeholder confidence.

Through the conceptual and regulatory innovations they introduce, these regulations establish the European Union as a global leader in promoting sustainability. Despite the controversy generated by some recent changes proposed in the so-called Omnibus Directive, the European legislative architecture on sustainability remains a reference framework for both international economic and financial practice and scientific research.

Although Supreme Audit Institutions (SAIs) are not directly covered by these regulations, the scale of the changes they entail, together with the increasing emphasis on performance, resilience, sustainability, and accountability, create the conditions for a strategically sound integration of the principles promoted by this framework into external public audit work. In this context, the European regulatory framework is a catalyst for the transformation of external public audit practices, contributing to the strengthening of the quality of financial governance and public fund management.

Our research has identified the following avenues for strengthening external public audit through the integration of the PRD triad:

a) *Generalizing the use of the EU Taxonomy in the ex-ante and ex-post evaluation of public policies related to sustainability factors*

The Taxonomy Reference (Taxonomy Regulation and delegated regulations) is a global reference for creating a common language for sustainability and a common understanding of the criteria that define an environmentally sustainable activity (Niculescu M., Voicu C., 2024). Its cognitive and operational value and its role as a driving force in achieving green finance objectives make it an effective tool for assessing the effectiveness of public policy implementation in relation to the environment and climate change. It can be used to support impact studies of environmental public policies, both *ex-ante* to support their development and *ex-post* to assess the consequences of public action on the environment and climate change. This is because the Taxonomy methodology is based on rigorous technical screening criteria (TSCs) that define the levels of performance that an economic activity must achieve in order to qualify as an activity that makes a substantial contribution to one of the "climate" or "environment" objectives.

CTEs enable the identification of the most relevant potential contributions to the environmental objective in question, taking into account both the short-term and long-term impact of a given economic activity. The criteria of the Taxonomy are based, where appropriate, on existing EU legislation, best practices, standards, and methodologies, as well as on established standards, practices, and methodologies developed by public bodies internationally recognized. They shall take into account, as far as possible, sustainability indicators, Union labeling and certification schemes, Union statistical classifications, and any relevant legislation in force. The use of the principles and criteria of the EU Taxonomy in the preparation of public budgets and the management of financial flows at national level is an area with considerable potential for innovation for Supreme Audit Institutions (SAIs).

b) *Systemic integration of resilience and sustainability requirements into performance auditing*

The performance audit manual contains a series of suggestions for environment-related tests. These can be significantly enhanced by including requirements related to resilience and sustainability, inspired by ESRS standards, as suggested in **Table no. 1**.

Table no. 1. Examples of complementarity between performance auditing and resilience/sustainability dimensions	
Topics for performance audit*	**Suggested topics from ESRS standards**
Quality of objectives and target setting	Quality of objectives and target setting for climate change adaptation *NB/ The CSRD Delegated Regulation includes rules for setting climate targets and objectives (international commitments, scientific evidence, etc.).*
Audit of organizational risk control systems	Audit of climate risk control systems Audit of organizational risk control systems related to corruption, bribery, and lobbying in relation to environmental issues
Environment, climate change, and sustainable development	Audit of innovative aspects raised by environmental standards: ESRS E1 Climate change ESRS E2 Pollution ESRS E3 Water and marine resources ESRS E4 Biodiversity and ecosystems ESRS E5 Resource use and circular economy

** According to the Performance Audit Manual, CCR, 2023 and CSRD/ESRS*

Source: the authors

c) *Strengthening current forms of audit by introducing topics related to climate risk control*

As the content analysis showed, *INTOSAI Guideline 5330 Guidance on Disaster Management Audit* is the most focused on resilience. It could be updated by taking into account the classification of climate, physical, and transition hazards proposed by the European Taxonomy, which is more suited to the current context and the state of global warming. In its 2017 recommendations, *the Task Force on Climate-Related Financial Disclosures* (TCFD), established under the auspices of the G20 Financial Stability Board, has identified two categories of climate risks: *physical risks,* i.e. risks resulting from damage caused directly by weather and climate events, and *transition risks,* i.e. risks resulting from the effects of implementing a low-carbon economic model. The TCFD distinguishes *between acute* and *chronic risks. Acute risks* are triggered by events such as natural disasters, the frequency and severity of which could increase: storms, hurricanes, floods, etc. *Chronic risks* are related to long-term changes in climate patterns, such as rising temperatures, with the following consequences: sea level rise, chronic heat, changing precipitation patterns and increased variability, disappearance of certain resources, etc.

According to the TCFD, *transition risks* cover the following four categories of risk: regulatory and legal, technological, market, and reputational. *Regulatory and legal risks* are related to a change in public policy on climate change mitigation or adaptation, or to losses and damages resulting from such a change. This category of risks is of concern to any type of organization, given the dynamics of public policy in this area and the climate change we are currently experiencing. *Technological risks* are generated by technological innovations and discoveries that contribute to combating climate change (new technologies in renewable energy, energy storage, carbon capture, etc.). They are also growing rapidly, impacting the structure of public and private assets through the emergence of stranded assets and their resilience.

Reputational risks arise from changes in stakeholders' perceptions of an organization's contribution to the transition to a low-carbon economy. This classification, which served as the basis for the EU Taxonomy, provides a direction for improving risk analysis in external public audit.

d) *Promoting transparency and good governance related to sustainability issues in the public sector*

The quality of the audit depends largely on the availability and quality of information. These conditions are not always met in public institutions. In the private sector, the obligation to publish a sustainability statement based on standards applicable to certain types of companies (exceeding a certain volume of activity), in accordance with the CSRD Directive and its implementing rules, is a real step forward. Companies are required to disclose the information necessary to understand the impact of their activities on sustainability aspects and the information necessary to understand how sustainability aspects affect the company's development, performance, and position. The main impacts, risks, and opportunities are identified and reported on the basis of the double materiality principle, providing credible sources for sustainability auditing, including on resilience aspects. Sustainability reporting requirements are therefore much more rigorous in the private sector than in the public sector, where such extra-financial statements are not required. This asymmetry requires finding solutions to promote transparency and good governance related to climate and resilience issues in the public sector.

e) *Introducing a new form of external public audit as a "sustainability audit"* Although still in its infancy, the idea of public institutions producing sustainability reports or statements is increasingly emerging as a possible future obligation, in line with European trends towards extending non-financial reporting requirements in the public sector. Such a perspective paves the way for a new form of audit, "sustainability audit," similar to that recently introduced in the private sector.

5.3 Validation of research results

To validate the research results, the authors used two methods:

- focus group method;
- comparing the results of documentary research with examples of good practices in the integrated approach to the PRD triad in external public audit.

A. Focus group method

The main objective of the qualitative research was to explore the perceptions, experiences, and opinions of specialists on the integration of resilience and sustainability dimensions into external public audit. The research also aimed to validate proposals for integrating the PRD triad (performance, resilience, sustainability) into current external public audit practices.

The focus group brought together 20 professionals, and data was collected through exchanges of ideas (lasting 60 minutes) structured around three open-ended questions designed to capture the complexity of the topic under analysis:

- To what extent do current forms of external public audit integrate resilience and sustainability components?
- What is your opinion on strengthening current audit practices by explicitly including the dimensions of resilience and sustainability?
- How do you assess the opportunity to introduce a distinct form of sustainability audit, inspired by the model established by the CSRD Directive for the private sector?

a) *Conclusions on the current perception of external public audit*

Participants pointed out that, in practice, external public audit is still predominantly focused on domestic regulations and INTOSAI standards, without clear integration of the European regulatory framework on sustainability. There is a lack of familiarity with recent European tools and methodologies (e.g., the Taxonomy Regulation), and terms such as "sustainability" and "sustainable development" are used interchangeably, without conceptual clarity.

b) *Conclusions on the integration of resilience and sustainability requirements in external public audit*

Most participants considered that integrating resilience and sustainability into performance auditing is possible without developing a new, distinct type of sustainability audit in the public sector. However, reservations were expressed about the current institutional capacity to address these new dimensions, particularly in terms of professional skills and the necessary methodological framework.

c) *Conclusions on the prospect of a distinct form of external public audit*

Majority opinion: the need for a separate sustainability audit in the public sector is not supported at this stage, with an integrated approach within performance audit being preferred. Arguments put forward include: methodological redundancy, lack of a clear regulatory framework, risks of institutional fragmentation.

In conclusion, the perspectives identified through documentary research, in a broad sense, were only partially validated by the focus group method. The proposal to introduce a new form of external public audit, in the form of sustainability auditing, did not meet with the consensus of the participants, being considered, at this stage, premature or difficult to apply in practice.

B. Method of comparing the results of the documentary analysis with good practices in the field

The method of comparing the results of documentary analysis with good practices is frequently found in the literature (Manes-Rossi, F., Cohen, S., Caperchione, E., & Brusca, I. 2020), Veltri, S., De Luca, F., & Silvestri, A. (2022). In order to make this comparison, we conducted extensive research on the websites of SAIs in European Union member states.

The first general finding is that the ways in which SAIs in EU Member States respond to these challenges vary significantly, depending on administrative tradition, institutional capacity, the mobilization of professional accounting and auditing bodies, the level of higher education and research, the degree of openness to innovation, etc. A review of publicly available sources shows that some countries, like Austria, Germany, France, Italy, Hungary, and Poland, are already at different stages of putting parts of the European framework for sustainability in public external audit into action. This paper does not aim to provide an exhaustive mapping of this process, but it does highlight some illustrative examples of SAIs that are making their mark through innovative approaches that are demonstrative in the context of the transition to sustainable public governance.

The comparative analysis highlights that certain Supreme Audit Institutions (SAIs), such as the Austrian Court of Audit, carry out thematic missions focused on assessing the efficiency of the use of public funds for projects with an environmental impact, as well as on verifying their compliance with the criteria set out in the European Union Taxonomy, both at the budget execution and investment levels. At the same time, the institution assesses the implementation process of the CSRD, including the degree of compliance of large companies and public-interest entities with the updated sustainability reporting requirements. Starting 2025, the ESRS standards are adopted as a methodological benchmark for verifying the quality, completeness, and accuracy of non-financial information included in audited sustainability reports.

A similar approach can be found in the work of the Italian Court of Auditors, which carries out thematic audits focused on analyzing the degree of implementation of sustainability initiatives, evaluating public environmental policies, examining budget allocations, and monitoring their compliance with national legislation and strategies linked to the European regulatory framework. A particularly relevant aspect in the context of the research is the audit of the degree of alignment with the EU Taxonomy for green public and state expenditure and investment. As part of the monitoring process for measures associated with *the National Recovery and Resilience Plan,* the compliance of public investments with the requirements of the EU Taxonomy, with the objectives of the green transition, and with the DNSH (Do No Significant Harm) criteria stipulated by the delegated regulations of the European Union Taxonomy is assessed.

The integration of European sustainability regulations into external public auditing is making remarkable progress in Germany, where the Federal Court of Auditors (Bundesrechnungshof), as the supreme audit institution, is seeking to integrate the European regulatory framework on sustainability into both its external audit practice and its methodology for assessing public policies with an impact on the environment and sustainability. External public audit focuses, on the one hand, on the implementation of these standards at government level and, on the other hand, on the compliance of public entities with reporting and transparency requirements.

Since 2021, the German SAI has published a report to the Bundestag Budget Committee ("Bericht an den Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages, 2021") on the implementation of the EU Taxonomy and its impact on sustainable financing measures in Germany. The Federal Court of Auditors assesses the correlation between sustainability reports prepared on the basis of ESRS/CSRD and national budget reports, highlighting risks of non-compliance and proposing procedural and legislative adjustments where necessary. Among its most relevant initiatives, the institution also issues detailed recommendations for methodological and operational alignment with European requirements, strengthening the capacity of public structures to integrate sustainability criteria into the management and reporting of public funds.

France is a great example of a member state that's really into integrating the European framework for sustainability in external public audits, setting the bar for the rest of the European Union. The French Court of Auditors directly uses the EU Taxonomy as a "common grammar" for classifying economic activities and green finance, both at government level and for public budget flows. The Court of Auditors' official reports highlight that, although the ESRS/CSRD taxonomy and standards are primarily aimed at the private sector, the methodology is also recommended for public institutions of a certain size. The Court recommends that, from 2025, all relevant public entities apply the classification of expenditure according to the "green budget" criteria (based on the EU Taxonomy) and adopt reporting systems compatible with the CSRD and ESRS requirements.

In Poland, the Court of Auditors integrates European regulations, including the EU Taxonomy, CSRD, and ESRS, into its methodology, practice, and external public audit topics, with a focus on compliance, transparency, efficiency, and the assessment of the sustainability impact on public resources and government policies. Auditing in accordance with these regulations is already part of this institution's work program and recent public reports.

The Hungarian Court of Audit is adapting its external public audit methodology to the new European requirements. As such, official reports, audit methodology, topics covered, and summaries published after 2024 will explicitly refer to the EU Taxonomy, the CSRD, and the ESRS. Its role is focused on verifying compliance, assessing transparency and double materiality, and making recommendations for structural improvements in public and private sustainability reporting.

The integration of European sustainability regulations into the external public audit at the Romanian Court of Accounts is in the procedural preparation phase, with ongoing efforts aimed at revising audit methodologies to align them with the requirements of European sustainability regulations.

The correlation between the proposals developed in the research and examples of existing good practices in the field contributes to strengthening the methodological validity of the approach and confirms its scientific relevance in the context of extending the function of external public audit to dimensions related to sustainability and resilience.

6. Limitations and perspectives of the research

The authors are aware of the inherent limitations of this work, mainly due to the complexity and high degree of technicality of the subject matter. The breadth of the research field has required certain compromises regarding the depth of analysis of some dimensions, despite their obvious scientific and practical importance.

The volume and diversity of documentation sources in the field of sustainable development, as well as in related segments such as climate, environmental, and social policies, are significant. Framing and interpreting these sources through the PRD triad (performance-resilience-sustainability) proved to be a novel and challenging methodological approach. The results of our research have only been partially validated. However, this research has made conceptual and substantial contributions of major interest to national theory and practice, while also providing a relevant framework for formulating new research questions. It opens up relevant directions for future research, including for young researchers interested in the field:

- How can normative and procedural equity between the public and private sectors be ensured in terms of resilience and sustainability?
- To what extent can internationally recognized INTOSAI standards integrate the innovations promoted by the European Union – a global leader in sustainability regulation?
- Is it appropriate and feasible for the state or public institutions to publish an auditable sustainability report equivalent to the sustainability statement in the private sector?
- How can the coherence of national governance in the field of sustainability be guaranteed?

The answers to these questions require a collective effort of reflection and action, involving the coordinated mobilization of institutional and non-institutional actors: professionals in the field, researchers, decision-makers, civil society, and other stakeholders affected by or able to influence the transition to sustainable public governance.

Appendix

Appendix 1 – Results of the lexical analysis of selected INTOSAI documents

Audit regulations for SAIs	Year of revision	Frequency of concept		
		P	R	D
INTOSAI P 12 *The value and benefits of supreme audit institutions in making a difference in the lives of citizens*	2019	6	0	0
INTOSAI P 20 *Principles of transparency and accountability*	2019	5	0	0
ISSAI 3000 *Performance Audit Standard*	2019	101	0	0
ISSAI 4000 *Standard on compliance assurance*	2019	1	0	0
GUIDANCE 3910 *Core concepts for performance auditing*	2019	125	0	0
GUIDELINE 3920 *The performance audit process*	2019	134	0	0
GUIDANCE 4900 *Relevant regulations and criteria to consider when examining aspects of regularity/correctness in compliance audits*	2020	0	0	1
GUIDE 5090 *Audit of international institutions*	2019	11	0	0
GUIDELINE 5100 *Audit of information systems*	2019	18	0	0
GUIDE 5200 *Activities with an environmental perspective*	2019	74	0	23
GUIDE 5201 *Environmental auditing in the context of FA and CA*	2019	25	0	26
GUIDELINE 5202 *Sustainable development: The role of SAIs*	2019	39	0	273
GUIDANCE 5203 *Cooperation in audits of international environmental agreements*	2019	4	0	9
GUIDANCE 5250 *Guidance on the audit of public debt*	2020	42	0	41
GUID 5330 *Guidance on disaster management audit*	2020	12	14	9
GUIDE 9020 *Public policy evaluation*	2016	30	0	0
GUIDELINE 9040 *Good practices on transparency of SAIs*	2019	22	0	1

Source: authors' processing

Appendix 2 – Results of the lexical analysis of documents on national policies and regulations

National regulations	Year of revision	Frequency of the concept		
		P	R	D
SNDDR adopted by Government Decision No. 877 of November 9, 2018	2018	11	15	6
National Action Plan for the implementation of the SNDDR	2022	2	3	120
National Action Plan for the implementation of the National Strategy on Adaptation to Climate Change for the period 2023-2030	2023	4	12	2
Government Decision No. 1010 of August 14, 2024, approving the National Strategy on Adaptation to Climate Change for the period 2024-2030, with a view to 2050	2024	2	226	16
Government Decision No. 1215 of November 29, 2023, approving Romania's Long-Term Strategy for Reducing greenhouse gas emissions - Romania Neutral in 2050	2023	0	38	9
Government Decision No. 1172 of September 21, 2022, approving the National Strategy on the Circular Economy	2022	27	5	42
Government Emergency Ordinance No. 108 of June 30, 2022 on the decarbonization of the energy sector	2022	0	5	0
Government Decision No. 1575 of December 28, 2022, approving the National Strategy for Integrated Urban Development for Resilient, Green, Inclusive, and Competitive Cities 2022-2035 -- Romania's urban policy	2022	18	54	27

National regulations	Year of revision	Frequency of the concept		
		P	R	D
Government Decision No. 1034 of November 27, 2020, approving the National Long-Term Renovation Strategy to support the renovation of the national stock of residential and non-residential buildings, both public and private, and its gradual transformation into a highly energy-efficient and decarbonized building stock by 2050	2020	113	5	3
Government Decision No. 1076 of October 4 approving the National Integrated Energy and Climate Change Plan 2021-2030	2021	89	34	13
National Integrated Energy and Climate Plan 2025-2030 – updated in October 2024[1]	2024	14	7	13
METHODOLOGICAL RULES of 28 August 2024 for the implementation of the provisions of Government Emergency Ordinance No. 75/2024 on the regulation of the labeling of budgetary expenditures and fiscal expenditures for green budgeting	2024	0	1	1
REGULATION of August 28, 2024 on the organization, functioning, and powers of the Interministerial Committee for the labeling of budgetary and fiscal expenditures	2024	0	0	2

Source: authors' processing

Appendix 3 – Results of the lexical analysis of selected performance audit reports

Performance audit reports	Year	Frequency of the concept		
		P	R	D
Public policies in the field of public water and sanitation services. Equity vs. disparity in access to these services for the population.	2024	20	5	9
Renewable energy and its contribution to ensuring energy independence energy	2023	3	5	1
Assessment of the efficiency and effectiveness of programs, actions, and measures taken to prevent flood risk, respond to and recover from the effects of floods products manufactured by them in Romania between 2014 and 2021	2023	18	1	0
Performance in implementing strategies and policies in the field of natural gas investment and production	2023	74	0	0
Prevention and combating the effects of climate change in Romanian agriculture	2023	24	6	4
Assessment of the efficiency and effectiveness of programs, actions, and measures taken to prevent the risk of floods, response and recovery from their effects in Romania during 2014-2021	2023	15	0	0

Source: authors' processing

[1] Under public debate on the website www.gov.ro

Appendix 4 - Classification of climate-related hazards

	Temperature-related risks	Risks related to wind	Water-related risks	Risks related to solid mass
Chronic	Temperature change (air, fresh water, sea water)	Wind regime change	Change precipitation patterns and types (rain, hail, snow/ice)	Coastal erosion
	Thermal stress		Precipitation or hydrological variability	Soil degradation
	Variability of temperature		Ocean acidification	Soil erosion
	Permafrost melting		Saltwater intrusion	Solifluction
			Sea level rise	
			Water stress	
Acute	Heat wave	Cyclone, hurricanes, typhoons	Drought	Avalanche
	Cold wave/frost	Storm (including blizzards and dust and sand storms)	Heavy precipitation (rain, hail, snow/ice)	Landslide
	Forest fire	Tornado	Flood (coastal, river, rainfall, underground)	Subsidence
			Sudden emptying of glacial lakes	

Source: TCFD - Task Force on Climate-related Financial Disclosures.

Bibliography

Articles and books

1. Arctic Council. (2013). Glosar de termeni. În Arctic Resilience Interim Report 2013, Stockholm Environment Institute și Stockholm Resilience Centre, Stockholm, Sweden, p. viii.
2. Comisia Europeană. (2021). Finanțarea tranziției către o economie durabilă, COM (2021) 390 final, p. 1.
3. Duchek, S. (2020). Organizational resilience: A capability-based conceptualization. Business Research, 13(1), 215–246. https://doi.org/10.1007/s40685-019-0085-7
4. Freeman, R. E. (1984). Strategic Management: A Stakeholder Approach. Pitman.
5. Grupul Băncii Mondiale. (2021). Sistemul de evaluare a rezilienței: o metodologie pentru construirea și urmărirea rezilienței la schimbările climatice. Banca Mondială, p. 7. http://hdl.handle.net/10986/35039
6. IPCC. (2019). Raport special privind impactul încălzirii globale cu 1,5 °C peste nivelurile preindustriale și traiectoriile globale asociate emisiilor de gaze cu efect de seră, p. 88.
7. Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. Journal of Financial Economics, 3(4), 305–360.
8. Lavalette, G., & Niculescu, M. (1999). Les stratégies de croissance. Economica, Paris.
9. Lengnick-Hall, C. A., Beck, T. E., & Lengnick-Hall, M. L. (2011). Developing a capacity for organizational resilience through strategic human resource management. Human Resource Management Review, 21(3), 243–255.
10. Manes-Rossi, F., Cohen, S., Caperchione, E., & Brusca, I. (2020). Sustainability, popular and integrated reporting in the public sector: A fad and fashion perspective. Sustainability, 12(2), 1–19. https://doi.org/10.3390/su12020603
11. Niculescu, M. (2024, octombrie). Le nouveau cadre européen en matière de développement durable, l'intérêt pour les entreprises de l'espace francophone. Conferință OIF – Agence Roumaine pour l'Investissement et le Commerce Extérieur.
12. Niculescu, M., & Burlaud, A. (2023). From non-financial disclosure to sustainability reporting: New challenge for financial analysts and auditors. Audit Financiar, 21(4), 685–714.
13. Niculescu, M., & Burlaud, A. (2025). Durabilité et RSE. Analyse et audit de durabilité. Foucher, Paris.
14. Niculescu, M., & Burlaud, A. (2023). La déclaration de durabilité : recherche d'un nouveau rapport entre les règles de droit et la réalité sociale. Revue Interdisciplinaire Droit et Organisations, 6, 13–46. https://www.re-

vue-rido.com/wp-content/uploads/RIDO-6-Revue-Interdisciplinaire-Droit-et-Organisations-2023-BP.pdf
15. Niculescu, M., Burlaud, A., & Predescu, L. (2024). Expectation Gap: The story of the auditor's necessary and impossible mission. Audit Financiar, 22(4), 695–723. https://doi.org/10.20869/AUDITF/2024/176/023
16. Niculescu, M., & Voicu, C. (2024, octombrie). Le passage du soft law au hard law en matière de durabilité. L'impact du nouveau rapport entre les règles de droit et la réalité sociale sur la théorie et la pratique du management. The 5th International Conference GIKS 2024 – Global Interferences of Knowledge Society, Universitatea Valahia din Târgoviște.
17. Niculescu, M., Galabov, A. (2021). Epistemologia cercetarii in stiintele organizatiilor, Ed. Pro Universitaria
18. Raworth, K. (2017). Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist. Chelsea Green Publishing. ISBN: 9781603586740
19. Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... & Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. Nature, 461(7263), 472–475. https://doi.org/10.1038/461472a
20. Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. Strategic Management Journal, 28(13), 1319–1350.
21. van Maaren, I. (2022). Un model de referință pentru auditarea rezilienței organizaționale. Maandblad voor Accountancy en Bedrijfseconomie, 96(7/8), 201–211. https://doi.org/10.5117/mab.96.89573
22. Veltri, S., De Luca, F., & Silvestri, A. (2022). A decade of integrated reporting studies: State of the art and future research implications. Accounting, Auditing & Accountability Journal, 36(2), 479–503. https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2021-5490
23. Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2007). Managing the Unexpected: Resilient Performance in an Age of Uncertainty. Wiley.
24. Weick, K., & Sutcliffe, M. (2015). Gestionarea neașteptatului: performanță susținută într-o lume complexă. John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119175834

Legislation

1. Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on establishing a framework for sustainable investment and amending the Regulation (EU) 2019/2088 (Taxonomy Regulation);
2. Commission Delegated Regulation (EU) 2021/2139 of 4 June 2021 supplementing Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council with technical review criteria for determining whether an economic activity can be considered to substantially contribute to climate change mitigation or adaptation and whether the economic activity does not significantly harm any of the other environmental objectives (Climate Delegated Regulation);
3. Regulation (EU) 2019/2088 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2019 on sustainability-related disclosures in the financial services sector / SFDR (Sustainable Finance Disclosure Regulation);
4. Directive (EU) 2022/2464 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014 and Directives 2004/109/EC, 2006/43/EC and 2013/34/EU as regards disclosure of sustainability information by companies / CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive);
5. Directive (EU) 2024/1760 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 on corporate sustainability due diligence and amending Directive (EU) 2019/1937 and Regulation (EU) 2023/2859/CS3D.
6. Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2772 of 31 July 2023 supplementing Directive 2013/34/EU of the European Parliament and of the Council as regards sustainability reporting standards;
7. Regulation (EU) 2019/2089 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2019 amending Regulation (EU) 2016/1011 as regards Union benchmarks for climate transition, Union benchmarks for the Paris Agreement and the disclosure of sustainability information for benchmarks;
8. Regulation (EU) 2023/2631 of the European Parliament and of the Council of 22 November 2023 on European green bonds and optional disclosure of information for bonds marketed as environmentally sustainable bonds and for sustainable bonds;
9. Regulation (EU) 2021/241 of the European Parliament and of the Council of 12 February 2021 establishing the Recovery and Resilience Facility;
10. Decision No. 1,074 of August 28, 2024, approving the methodological norms for implementing the provisions of Government Emergency Ordinance No. 75/2024 on regulating the labeling of budgetary expenditures and fiscal expenditures for green budgeting, as well as the Regulation on the organization, functioning and the powers of the Interministerial Committee for the labeling of budgetary and fiscal expenditures;
11. Emergency Ordinance No. 75 of June 21, 2024, on the regulation of the labeling of budgetary and fiscal expenditures for green budgeting

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *169-185*
ISSN on-line: 1844-8801

Paper presented at the IX[th] Congress of the Romanian financial auditor profession

Artificial Intelligence in Financial Auditing: between Procedural Efficiency and Professional Reasoning

Abstract

The transformation of financial auditing through digitization, big data, and artificial intelligence is one of the most important challenges and opportunities for the contemporary accounting profession. The research aims to investigate how auditors and other professionals in the field of auditing and accounting in Moldova perceive the adoption of these technologies, with a focus on the level of digital skills, anticipated benefits, and barriers associated with implementation. Based on a systematic analysis of the international literature, five research hypotheses were formulated regarding the relationship between digital readiness, familiarity with artificial intelligence tools, perception of the human-technology partnership, ethical barriers, and experience in using AI solutions. The hypotheses were tested through a questionnaire applied to a sample of 63 respondents, including active auditors registered with audit entities, as well as other audit professionals (public auditors, internal auditors, audit trainees, accountants). Data analysis revealed correlations between the theoretically derived variables and the perceptions expressed, leading to the full confirmation of four hypotheses and the partial validation of one. The results showed that, although there is a clear association between digital skills and openness to the use of AI, reservations remain regarding familiarity and full confidence in its added value.

Assoc. Prof. Svetlana MIHAILA, Ph.D.,
Academy of Economic Studies of Moldova,
e-mail: svetlana.mihaila@ase.md

Assoc. Prof. Galina BĂDICU, Ph.D.,
Academy of Economic Studies of Moldova,
e-mail: badicu.galina@ase.md

To cite this article:
Mihaila, S., Bădicu, G. (2026), Artificial Intelligence in Financial Auditing: between Procedural Efficiency and Professional Reasoning, Resilience, and Sustainability, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.169-185,
DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/004

To link this article:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/004
Received: 20.08.2025
Revised: 1.09.2025
Accepted: 9.01.2026

The conclusions emphasize that artificial intelligence should be perceived as a complementary tool rather than a substitute for professional judgment, thereby increasing confidence in the quality of the audit. At the same time, the research reveals that ethical risks, lack of algorithmic transparency, and the absence of a robust regulatory framework are major barriers. In this context, the article proposes a set of recommendations focused on continuous training, regulatory strengthening, technical support, and gradual implementation, with a view to the sustainable digitization of financial auditing. Overall, the study provides an integrated view of how AI can transform auditing, confirming both the opportunities and the conditions for effective and responsible adoption.

Key words: *financial audit; artificial intelligence; professional judgment; procedural efficiency; Republic of Moldova; practical recommendations;*

JEL Classification: *M42, M41, O33, C8*

1. Introduction

The accelerated evolution of information technologies and the scale of digital transformation have fundamentally redefined accounting and financial auditing practices (Rodgers et al., 2023). In an interconnected economic environment, characterized by exponential growth in data volume and increased requirements for transparency and accuracy in reporting, artificial intelligence (AI) is emerging as a strategic tool for the contemporary auditor. AI's ability to automate repetitive procedures, process massive transaction flows in real time (Blösser & Weihrauch, 2024), and identify abnormal patterns exceeds the limits of traditional methods and opens up the possibility of innovative approaches to planning and executing audit engagements (Hurducaci & Ionescu, 2024; Leocádio, Malheiro & Reis, 2024; Seethamraju & Hecimovic, 2023). Auditors in the digital age need a more flexible and agile mindset (Seethamraju & Hecimovic, 2023). Reluctance to embrace these advances is a critical obstacle for audit firms, calling into question their ability to remain relevant and competitive in today's business environment (Shapovalova et al., 2023).

The transformation of financial auditing in the context of digitalization is a topic that has been increasingly addressed in recent literature. Abdullah and Almaqtari (2024) emphasize that artificial intelligence and Industry 4.0 technologies have a decisive influence on audit practices, which justifies the need for research focused on how these tools shape procedural efficiency and maintain the relevance of professional reasoning.

A valuable reference framework is provided by Abdullah and Almaqtari (2024), who analyze the impact of artificial intelligence and Industry 4.0 on the transformation of audit practices. The authors highlight both the technological benefits (accuracy, speed, transparency) and the associated challenges (ethics, security, digital skills), issues that directly intersect with the theme of the present research, which focuses on the balance between procedural efficiency and professional judgment in financial auditing. Technological advances have transformed auditing, bringing efficiency, accuracy, and procedural depth (Abu Huson et al., 2024).

However, the integration of AI does not mean replacing the auditor, but rather a profound transformation of the way in which they exercise their professional judgment. According to International Standards on Auditing (ISA), the responsibility for assessing materiality, selecting evidence, and formulating the final opinion remains eminently human. In this context, AI becomes a technological partner that enhances procedural efficiency and analytical capacity, but which only reaches its full potential when combined with the auditor's discernment, experience, and professional ethics.

Thus, Deliu (2024) highlights that AI can increase the accuracy and speed of processes, but cannot replace professional scepticism and critical thinking. In the same vein, Cosăcescu (2023) sees the relationship between the accounting expert and AI as a strategic partnership, while Lungu and Bunget (2025) emphasize the need for balanced integration, aligned ethically and normatively. Complementarily, Hurducaci and Ionescu (2024) show that real-time analysis and automatic anomaly detection solutions add value to auditing only if they are applied under rigorous professional control.

To ground the analysis from both a theoretical and an applied perspective, the present research combines two complementary approaches. The first consists of a bibliometric analysis of recent literature on the use of AI in auditing, with the aim of identifying dominant trends, research gaps, and methodological convergences. The second approach is empirical and is based on a questionnaire administered to auditors in the Republic of Moldova regarding their perception of the use of AI in auditing. The study, conducted online over a period of two months, was carried out using Google Forms and included 63 respondents from a variety of professional backgrounds: from certified auditors (50.8%) and accountants (14.3%), to representatives of the Court of Auditors - public auditors (14.3%), audit trainees (12.7%) and internal auditors (6.3%).

This dual approach allows not only the correlation of international results with national realities, but also the formulation of recommendations adapted to the legislative, technological and cultural context of the Republic of Moldova. The study thus makes a relevant contribution to understanding the balance between the procedural efficiency ensured by AI and the professional reasoning indispensable to the auditing profession, providing concrete benchmarks for the sustainable integration of intelligent technologies into financial auditing practices.

In this context, *the purpose of the research* is to investigate the perceptions of auditors and other accounting professionals in the Republic of Moldova regarding the integration of artificial intelligence in financial auditing, with a focus on digital skills, anticipated benefits, and barriers to implementation. To achieve this goal, the research pursues four main objectives: (i) identifying the level of digital skills and the degree of use of AI tools in auditing, (ii) determining the relationship between familiarity with digital technologies and perceptions of their impact on the efficiency and quality of the audit process, (iii) analyzing perceptions of the ethical, technical, and institutional barriers that condition the integration of AI in auditing, and (iv) validating the hypotheses formulated based on the specialized literature through an empirical study conducted on a sample of professionals in the Republic of Moldova.

This study is structured in five sections, including the introduction and conclusions. The second section provides an overview of the literature on the issue under analysis, the third section is devoted to the research methodology used in the study, and the fourth section presents and discusses the research results.

2. Review of the literature and formulation of research hypotheses

In the literature, the transition of financial auditing to an environment dominated by Big Data and advanced analytics is described as an inevitable transformation with significant implications for audit procedures (Fedyk, 2022) and professional judgment. In this context, Appelbaum, Kogan, and Vasarhelyi (2017) outline six major research directions for adapting modern auditing: the use of predictive and prescriptive models, the integration of evidence generated from big data, comprehensive testing of transactions, the development of auditors' digital skills, the reconfiguration of the structure of audit reports, and the cost-benefit assessment of emerging technologies. These benchmarks highlight the need to develop advanced analytical skills and adapt the regulatory framework, and to promote an innovative organizational culture (Taherizadeh & Beaudry, 2023), so that the potential of innovative technologies can be harnessed without compromising the quality of professional judgment.

The bibliometric analysis conducted by Agustí & Orta-Pérez (2023) identifies several emerging fronts in research on Big Data and AI in auditing and accounting: interdisciplinary collaboration, fraud detection, optimization of procedures by increasing efficiency, concerns about socio-professional impact, and the need to rethink training and regulation. These directions provide a relevant conceptual framework for comparative analysis between global trends and the perceptions of auditors in the Republic of Moldova, as reflected in the questionnaire.

This analysis correlates these directions with the results of applied research in the Republic of Moldova, where auditors' perceptions of digitization, familiarity with artificial intelligence tools, and implementation barriers are investigated through a questionnaire. This approach allows local realities to be related to international trends and the relevance of the six directions identified by Appelbaum and his collaborators to be verified.

In practical terms, the prospects for the transformation of auditing through AI are supported by the study conducted by Hurducaci and Ionescu (2024), which highlights the "turning point" nature of these technologies. According to the authors, the integration of artificial intelligence facilitates real-time analysis, anomaly detection, and strategic forecasting, contributing to increased accuracy and efficiency in the audit process. However, they draw attention to technological limitations and ethical risks, which require responsible and sustainable implementation.

From a complementary perspective, Cosăcescu (2023) explores the interaction between the accounting expert and AI, describing three possible scenarios: competition, antagonism, and partnership. His conclusion is that partnership is the only sustainable path for development, in which technology supports, rather than replaces, the role of the professional. At the same time, risks such as the lack of transparency of algorithms, ethical issues, questions of responsibility and security, and the need for a robust legislative and governance framework are mentioned.

In a more conceptual approach, Leocádio, Malheiro, and Reis (2024) propose a framework in which AI transforms auditing from a retrospective process into a proactive one, with real-time monitoring and improved risk and compliance management capabilities. This vision aligns with the central idea of the present research, which explores the balance between procedural efficiency and professional judgment.

An essential dimension of the debate is also brought up by Deliu (2024), who shows that although AI can amplify the efficiency and accuracy of audit activities, it cannot replicate the auditor's ethical thinking, intuition, and skepticism. His work advocates for a balanced integration, where technology complements, but does not replace, professional judgment. Based on a systematic analysis of the literature, Deliu highlights the potential of AI in improving the ability to detect anomalies, reaffirms the impossibility of replicating the ethical and emotional dimension of human judgment, and emphasizes the need to maintain critical oversight by the auditor.

In addition, Farcane and Deliu's (2020) research focuses on the impact of Blockchain technology on financial auditing, highlighting both the benefits of continuous and automated auditing and the significant challenges it entails. They argue that, rather than replacing professional judgment, Blockchain can support it by providing a transparent and secure framework, provided that auditors are prepared to recalibrate their role (Abdullah, & Almaqtari, 2024).

This theme of the profession's adaptability is also taken up in the study by Lungu and Bunget (2025), which investigates how digitization and automation are fundamentally shaping audit practices. The authors weigh the benefits-efficiency, accuracy, and automation-against the ethical, methodological, and standardization challenges, concluding that the relevance of the profession depends on the ability of auditors to integrate emerging technologies in a strategic and ethical manner.

In terms of process automation, Lacurezeanu, Tiron-Tudor, and Bresfelean (2020) analyze the use of RPA (Robotic Process Automation) in auditing and accounting, showing how it can optimize repetitive and rule-based tasks. Implementing solutions such as UiPath can help increase efficiency and reduce costs, while also strengthening confidence in the accounting profession.

Another key aspect related to digital skills is discussed by Tofan and Airinei (2024), who highlight the importance of professional training for the effective use of RPA and AI in the collection and interpretation of audit evidence. They argue that the benefits of these technologies can only be fully realized if auditors continuously develop their digital skills.

Rodgers, Al-Shaikh & Khalil (2023) innovate qualitative research methods in auditing by using think-aloud protocols (TaP) integrated with AI for Protocol Analysis. Applied to the study of IFRS implementation in Iraq, the methodological combination reveals challenges related to legality, knowledge, and professional structure, and shows how AI can increase transparency, quality, and the design of cognitive processes.

Finally, the perspective offered by Seethamraju and Hecimovic (2023) adds an extra layer of explanation by applying the TOE framework, identifying technological, organizational, and external factors that influence the adoption of AI in auditing. They warn of the challenges associated with "black-box algorithms" and emphasize that the sustainable integration of technology requires not only the adaptation of systems but also the strengthening of professional oversight.

Based on the synthesis of the literature and the conceptual framework outlined, the main directions of investigation that support the development of research hypotheses have been identified. These reflect the assumed relationships between the variables analyzed and are based on the theoretical and empirical contributions presented above. For a unified and easy-to-follow presentation, the hypotheses formulated are summarized in **Table no. 1**.

Table no. 1. Research hypotheses formulated based on the specialized literature

Hypothesis	Formulation of the hypothesis	Theoretical basis (author, year)	Variables associated with the research *
H1	There is a positive correlation between the level of digital skills of auditors and the degree of use of artificial intelligence technologies in the audit process.	Appelbaum et al. (2017); Tofan & Airinei (2024)	Digital skills, Degree of AI use
H2	Positive perceptions of artificial intelligence increase with the level of familiarity with digital audit tools.	Hurducaci & Ionescu (2024); Cosăcescu (2023)	Familiarity with AI, Positive perception of AI
H3	Auditors who perceive AI as a support tool, rather than a substitute, report a higher level of confidence in the quality of the digitized audit process.	Cosăcescu (2023); Deliu (2024)	Type of AI perception, Trust in digitized auditing
H4	Ethical barriers and the lack of transparency of algorithms are perceived as major obstacles to the adoption of AI in auditing.	Seethamraju & Hecimovic (2023); Cosăcescu (2023)	Ethical barriers, Lack of algorithm transparency
H5	Auditors with more experience in using RPA and AI perceive a more pronounced positive impact on the efficiency and accuracy of the audit process.	Lacurezeanu et al. (2020); Hurducaci & Ionescu (2024)	RPA/AI experience, Perceived impact on efficiency and accuracy

** The variables associated with the research are extracted from the relevant questions in the questionnaire.*

Source: developed by the author

The hypotheses presented in **Table no. 1** form the basis for empirical testing of the relationships identified in the theoretical analysis. Each hypothesis is operationalized through variables measured using questions included in the questionnaire, which allows for their statistical verification. The test results will highlight the extent to which the trends and mechanisms identified in the international literature are reflected in the perceptions and practices of auditors in the Republic of Moldova.

3. Research methodology

The research is quantitative, descriptive, and explanatory in nature, focusing on testing hypotheses formulated based on the specialized literature on the adoption of artificial intelligence (AI) and digital technologies in financial auditing. The approach combines theoretical analysis of international studies with empirical assessment of the perceptions and practices of auditors in the Republic of Moldova.

The literature review was conducted systematically, based on international scientific sources and professional standards from 2017–2025, selected according to explicit criteria of thematic relevance, methodological clarity, and replicability, and synthesized into four major directions: technology acceptance frameworks, technologies used in auditing, impact on quality and professional judgment, as well as risks, ethics, and algorithmic transparency, which formed the basis for the formulation of hypotheses and the construction of the research tool.

Methodologically, the research follows three main directions. *The first aims* to identify the level of digital skills of audit professionals, as well as the degree of use of artificial intelligence tools in audit work. *The second direction* consists of determining the relationship between respondents' familiarity with digital tools and their perception of the impact of emerging technologies on the quality and efficiency of the audit process. *The third direction* considers the analysis of perceptions regarding ethical and technical barriers that may influence the pace and manner of adopting artificial intelligence in practice.

The target population consists of certified auditors working in the Republic of Moldova. The sample was compiled based on voluntary participation in the online questionnaire, resulting in a total of 63 respondents. The sample of 63 respondents includes both active auditors registered with audit entities and other professionals in the field of auditing and accounting (e.g., public auditors, internal auditors, audit trainees, certified public accountants). Active auditors represent a significant part of the sample, covering approximately 31.5% of all active auditors registered in the Republic of Moldova as of December 31, 2024, according to data from the Public Register of Auditors (2024). Participation was voluntary and anonymous. The data was used exclusively for research purposes, in accordance with the principles of academic ethics and respecting the confidentiality of respondents. However, the voluntary nature of participation and the inclusion of other professional categories means that the results should be treated as reflecting general trends among professionals in the field, rather than as strictly representative estimates for a single category.

Data collection was carried out using a structured questionnaire, developed based on the concepts and variables identified in the literature and summarized in **Table no. 1**. The questionnaire was designed to cover five major dimensions: the professional and organizational profile of respondents, the level of digitization and use of technologies, familiarity with and perception of AI, attitudes towards the role and impact of AI, and barriers and challenges in implementing AI. Each dimension is associated with measured variables, sample items, and conceptual sources from the literature, summarized in **Table no. 2**.

The variables in the questionnaire were aligned with the hypotheses formulated, each hypothesis being associated with one or more questionnaire items. This correspondence allows for the verification and validation of theoretically assumed relationships.

Table no. 2. Structure of the questionnaire on the use of artificial intelligence in auditing

Questionnaire size	Measured variables	Example item	Conceptual source
Professional and organizational profile	Function, entity type	Position held within the audit entity	Studies on auditor profiles and demographic factors in technology adoption
Level of digitization and use of technologies	Degree of digitization, types of tools used (RPA, AI)	What is the level of digitization of processes in the audit you work in?	Literature on audit digitization
Familiarity and perception of AI	Level of knowledge, perception of AI potential	How familiar are you with the use of AI in auditing?	Frameworks for adopting emerging technologies
Attitudes toward the role and impact of AI	Perception of the role of AI (support/substitution), effect on quality and efficiency	Do you think AI can improve the quality of the audit process?	Literature on professional judgment and audit quality
Barriers and challenges in implementing AI	Ethical barriers, lack of transparency, costs, lack of skills	What do you consider to be the main barriers to the adoption of AI?	Studies on technological risks and challenges in auditing

Source: developed by the author

This structure ensured the consistency of the research tool and facilitated the correlation of the responses obtained with established theoretical concepts, while also ensuring the practical relevance of the analysis for audit professionals.

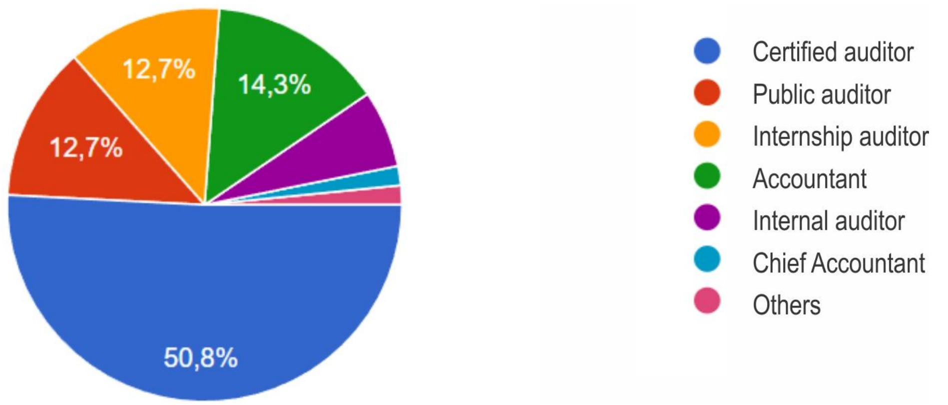
4. Results and discussions

This section presents the findings obtained from the analysis of the data collected through the questionnaire, organized according to the five dimensions investigated: the professional and organizational profile of the respondents, the level of digitization and use of technologies, familiarity with and perception of artificial intelligence (AI), attitudes towards the role and impact of

AI, as well as barriers and challenges in its implementation. The analysis includes both descriptive statistics, intended to characterize the sample and general trends, and statistical tests of association and comparison, used to validate the hypotheses formulated. The interpretation of the results is carried out in correlation with the specialized literature, in order to highlight the convergences and differences with previous studies.

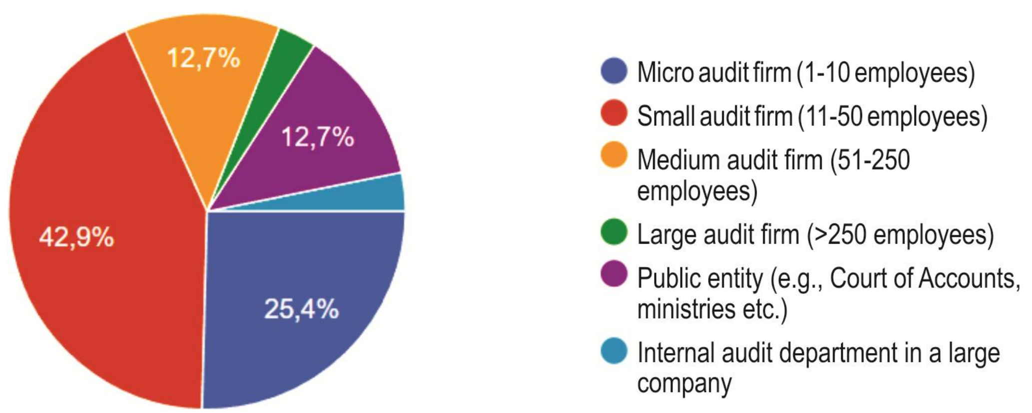
The results show that the majority of respondents are certified auditors (50.8%), which gives high professional validity to the responses, given that this category is directly involved in financial auditing according to international standards. This is followed by certified public accountants (14.3%), a category which, although not currently involved in financial auditing, possesses advanced technical knowledge in accounting and reporting. Public auditors (14.3%) and audit trainees (12.7%) complete the sample with perspectives from the public sector and professional training, bringing diversity in work experience and level of exposure to emerging technologies. Other roles, such as internal auditor, have a low but relevant cumulative share for a complete picture of perceptions of AI in different professional environments (**Figure no. 1**).

Figure no. 1. Structure of respondents by professional function



Source: developed by authors based on questionnaire data

Figure no. 2. Structure of respondents by type and size of the organization in which they operate



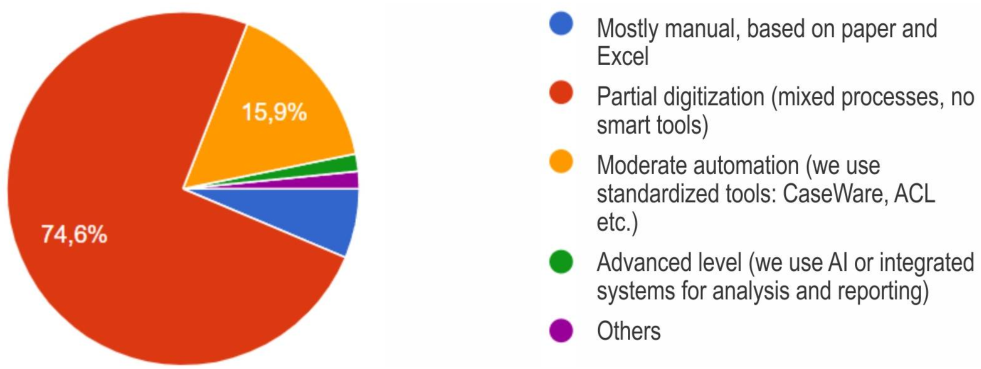
Source: developed by authors based on questionnaire data

In terms of entity type, more than two-thirds of respondents come from private audit firms, predominantly small audit firms (11-50 employees) – 42.9%, followed by micro firms (1-10 employees) – 25.4%. This structure suggests that the adoption of AI and the digitization of audit processes should be analyzed in the context of the particularities of SMEs, where financial and human resources for emerging technologies are limited. Medium-sized firms and public entities have an equal share (12.7% each), while large firms (>250 employees) and internal audit departments in large companies have a marginal representation (Figure no. 2).

Therefore, the sample structure indicates a balance between experience in private financial auditing and prospects in the public sector, but the predominance of small and micro firms implies increased relevance of discussions on financial barriers, lack of technical specialization, and potential differences in the pace of IA adoption among types of entities. This composition directly influences how the opportunities and risks of digital technologies in auditing are perceived.

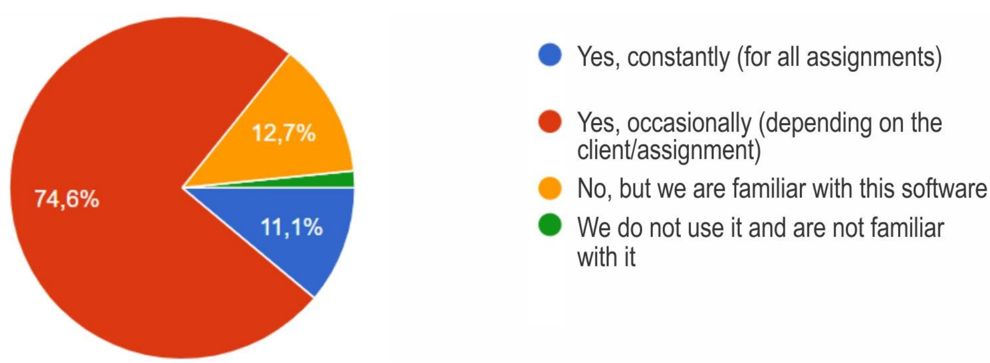
Analysis of the collected data reveals that the digitization of the audit process in the Republic of Moldova is currently at an early to intermediate stage. Most respondents (74.6%) say they carry out audit activities within a partial digitization model, characterized by mixed processes that combine printed documents with simple applications, without the use of intelligent tools. A smaller segment (15.9%) has achieved a moderate level of automation by integrating standardized solutions such as CaseWare or ACL. The percentage of those operating at an advanced level, using artificial intelligence or integrated platforms for analysis and reporting, is negligible (<2%), while 6.3% of respondents conduct audits predominantly manually, which indicates a substantial gap compared to international trends in the field (Figure no. 3).

Figure no. 3. Distribution of respondents according to the level of digitalization and use of technological tools in auditing



Source: developed by authors based on questionnaire data

Figure no. 4. Frequency and manner of use of audit-dedicated software applications



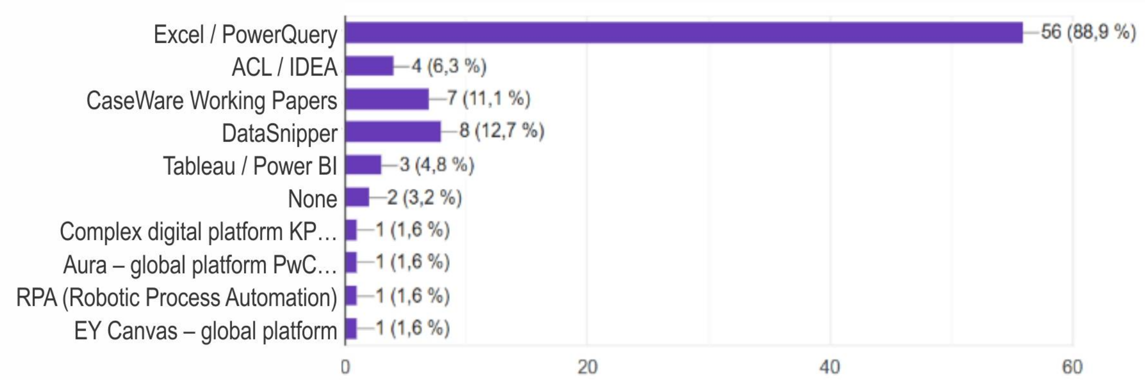
Source: developed by authors based on questionnaire data

Regarding the use of the Audit XP application or other similar tools, 74.6% of participants say they use them only occasionally, depending on the assignment or type of client, while only 11.1% use them constantly, indicating a lack of standardization in the application of digital tools (**Figure no. 4**).

With regard to the software tools used (**Figure no. 5**), the analysis shows a significant dependence on traditional solutions, with Excel being used by 88.9% of respondents. The use of specialized applications is much lower: DataSnipper (12.7%), CaseWare (11.1%), and ACL/IDEA (6.3%). Advanced solutions, such as Robotic Process Automation (RPA) or global platforms (PwC Aura, EY Canvas, KPMG Clara), have marginal penetration (1.6%).

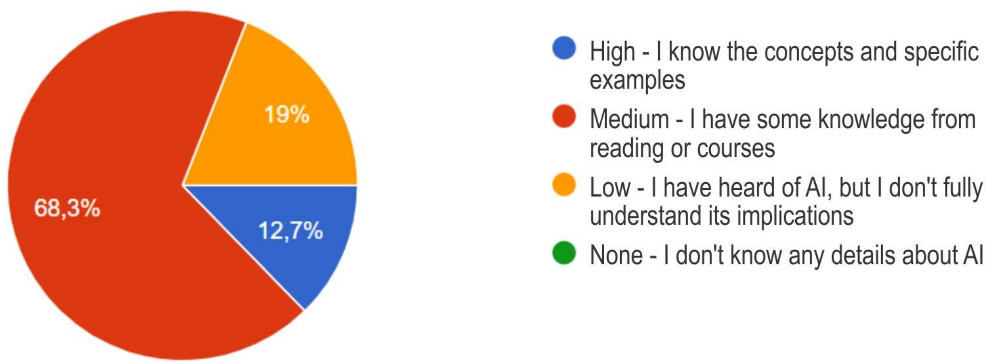
These findings highlight a low level of digitization in auditing in the Republic of Moldova, which is dominated by small and micro firms, where financial constraints, lack of specialized training, and cultural resistance to change limit the adoption of smart technologies and integrated platforms.

Figure no. 5. Software tools used in audit activities and their level of adoption



Source: developed by authors based on questionnaire data

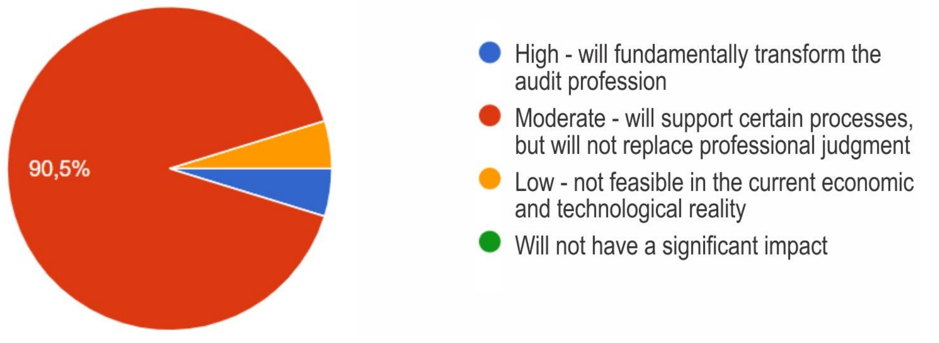
Figure no. 6. Respondents' level of familiarity with the concept of artificial intelligence applied in auditing



Source: developed by authors based on questionnaire data

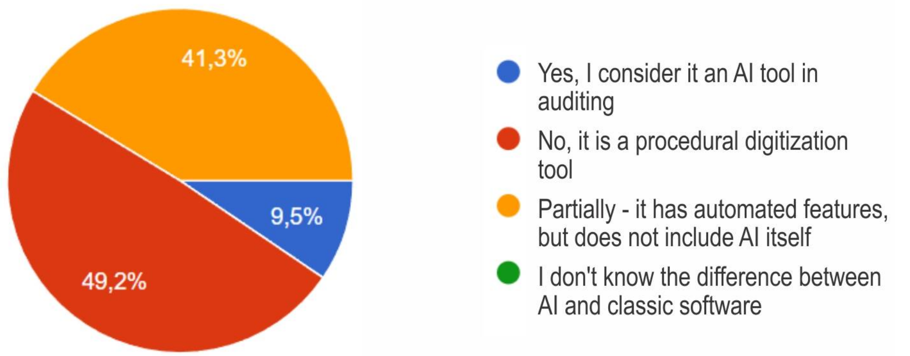
The results reveal a low level of familiarity with the concept of artificial intelligence applied in auditing. Only 12.7% of respondents have a high level of knowledge, while 68.3% report an average level, based on reading or courses, and 19% admit to having only a superficial understanding (**Figure no. 6**). Regarding the potential of AI in financial auditing in the Republic of Moldova, the overwhelming majority (90.5%) consider it moderate, useful in supporting certain processes, but insufficient to replace professional judgment. Only 4.8% believe in a fundamental transformation of the activity through AI, and 4.8% perceive it as having low feasibility (**Figure no. 7**).

Figure no. 7. Respondents' perception of the role and potential of artificial intelligence in financial auditing



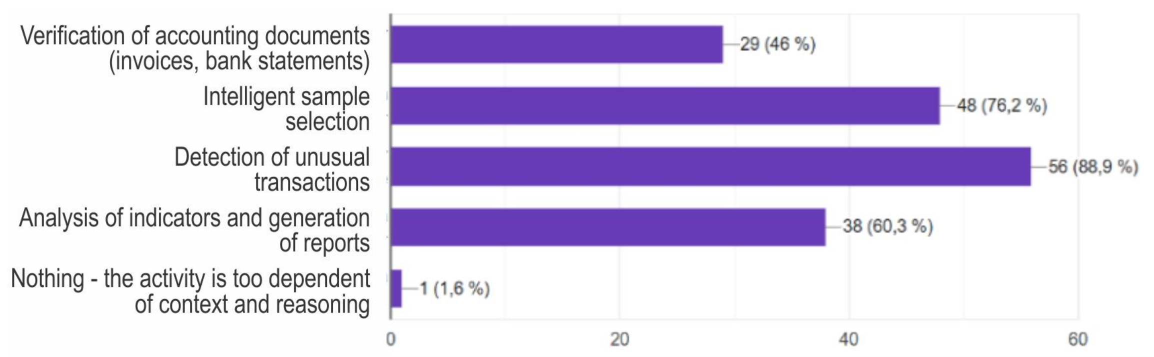
Source: developed by authors based on questionnaire data

Figure no. 8. Respondents' perception of applications in auditing



Source: developed by authors based on questionnaire data

Figure no. 9. Audit activities with potential for automation through artificial intelligence



Source: developed by authors based on questionnaire data

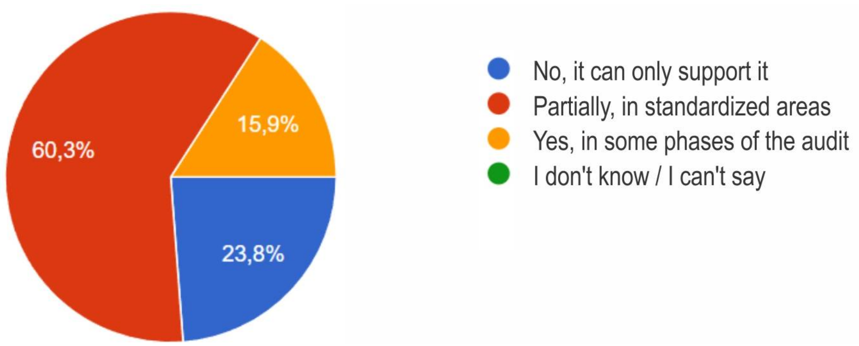
Regarding the perception of Audit XP (or similar applications), almost half (49.2%) consider it a procedural digitization tool, not an AI tool, and 41.3% see it as having automated functionalities, but without actual AI elements. Only 9.5% equate it with an AI tool in auditing (**Figure no. 8**).

Regarding activities with potential for automation through AI, the most frequently mentioned are the detection of unusual transactions (88.9%), intelligent sample selection (76.2%), and indicator analysis with report generation (60.3%). Verification of accounting documents is considered automatable by 46% of respondents, and only 1.6% completely reject the idea of automation through AI (**Figure no. 9**).

Therefore, the data indicate an untapped potential for AI in auditing in the Republic of Moldova, currently limited by low familiarity, predominantly conservative perceptions, and unclear distinctions between traditional digital tools and AI solutions. While there is significant openness to using AI for specific tasks (detection, analysis, selection), widespread implementation is hampered by a lack of skills, infrastructure, and standards of use. This gap suggests the need for professional training programs and pilot projects to demonstrate the feasibility and concrete benefits of AI in auditing.

Regarding the possibility of replacing the auditor's professional judgment (**Figure no. 10**), 60.3% of participants believe that this is only partially possible in standardized areas, 23.8% say that AI can only support professional activity, and 15.9% believe that it can replace judgment in certain phases of the audit. These opinions confirm that, although there is openness to the integration of technology, the auditor's decision-making role is not perceived as being completely transferable to an intelligent system.

Figure no. 10. Respondents' perception of the possibility of substituting auditors' professional judgment with artificial intelligence



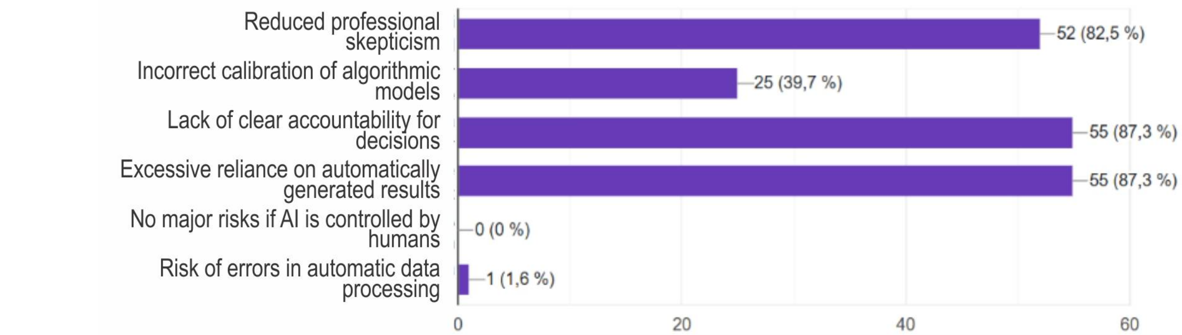
Source: developed by authors based on questionnaire data

Regarding the risks associated with the use of AI in auditing, the most frequently mentioned are the lack of clear responsibility for decisions (87.3%) and excessive dependence on automatically generated results (87.3%), followed by reduced professional skepticism (82.5%) and incorrect calibrations of algorithmic models (39.7%). No opinions were recorded that AI does not involve major risks, which confirms a high awareness of the ethical and methodological implications of using this technology (**Figure no. 11**).

Thus, we conclude that auditors in the Republic of Moldova are cautiously open to the integration of artificial intelligence into their professional activity, perceiving it mainly as a complementary tool, useful in automating standardized and repetitive tasks, but insufficient to replace human professional reasoning. The high level of risk awareness, in particular the lack of clear responsibility for decisions, excessive dependence on automatically generated results, and reduced professional skepticism, indicate a cautious attitude aimed at protecting the integrity of the audit process. Consequently, the adoption of AI in the field will require a balanced approach, combining investment in technology with continuous professional training and the definition of firm ethical and procedural frameworks to ensure both efficiency and the maintenance of professional standards.

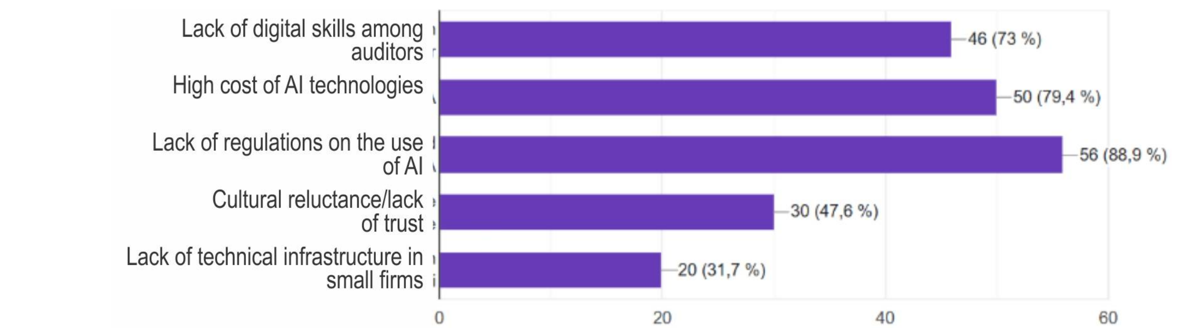
The results on barriers (Question 12) clearly outline the types of obstacles that hinder the integration of AI into auditing. The most frequently cited reason is the lack of a clear regulatory framework (88.9%), which reflects the specific nature of the profession: auditors operate under standards and professional liability, and regulatory ambiguity transfers the risk to the practitioner. Immediately after, the high cost of AI technologies (79.4%) and the lack of digital skills among auditors (73.0%) indicate a double barrier, financial and human capital, which explains why solutions often remain at the stage of intention. Cultural reluctance/lack of trust (47.6%) shows that, beyond resources, there are still reservations about "delegating" sensitive tasks to automated systems, especially in the absence of explainability and control mechanisms. in the same vein, the lack of technical infrastructure in small firms (31.7%) confirms that organizational size conditions implementation capacity. Overall, the profile of barriers is consistent with previously perceived risks (decision-making responsibility, excessive dependence, erosion of skepticism), suggesting that regulation, skills, and costs are the key components of the "triangle of blockages" (**Figure no. 12**).

Figure no. 11. Respondents' perception of the risks associated with the use of artificial intelligence in auditing



Source: developed by authors based on questionnaire data

Figure no. 12. Respondents' perception of the barriers to implementing artificial intelligence in auditing

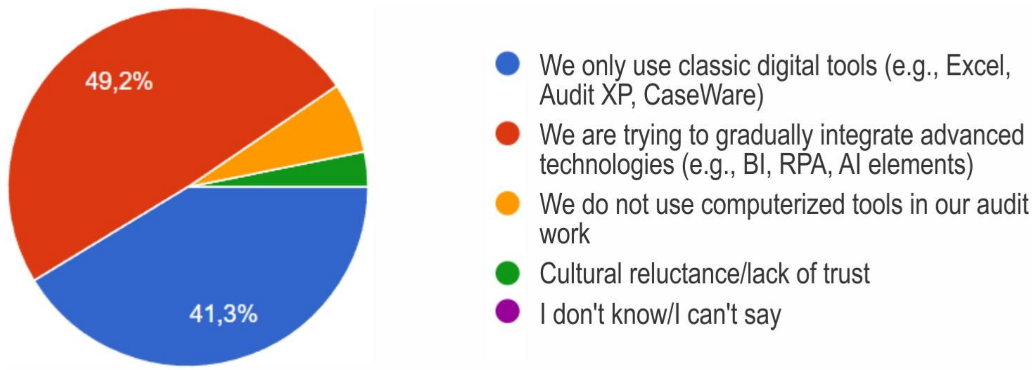


Source: developed by authors based on questionnaire data

Almost half of the respondents say that they "try to gradually integrate advanced technologies" (49.2%), while another 41.3% "use only classic digital tools" (such as Excel, AuditXP, CaseWare). The proportion of those who do not use computerized tools is low (≈6.3%), as is the proportion of respondents who cite cultural reluctance as the dominant description of the reality in their entity (≈3%). This picture, correlated with the overwhelming use of Excel and the moderate perception of AI potential, shows that the market is gradually moving from basic digitization to advanced technologies, but without standardization of tools and without projects scaled to the entire organization (**Figure no. 13**).

Thus, we conclude that the audit sector in the Republic of Moldova is at an intermediate stage, with a cautious openness to IA, but with well-defined structural bottlenecks: insufficient regulatory clarity, excessive costs, and lack of skills.

Figure no. 13. Level of digitalization and trends in integrating advanced technologies in auditing



Source: developed by authors based on questionnaire data

Table no. 3. Recommendations for action regarding the integration of AI into auditing and associated effects

Identified issue	Recommendations for action	Effects on audit practice
Professional training and education	Courses, training sessions, international internships, modules in professional training programs, training auditors to interpret AI results	Increasing auditors' digital skills, reducing the risk of misinterpreting AI results, strengthening professional judgment
Development of guidelines and regulatory frameworks	Developing national guidelines under the auspices of the authorities, adapting the regulatory framework, including ethics in the use of AI, testing algorithms in quality control	Standardization and uniformity in the use of AI, ensuring compliance with international standards, increasing transparency and ethics
Technical support and infrastructure	Ensuring access to specialized software, possibly subsidized by the state, creating technical infrastructure and data analysis units	Reducing financial and technical barriers, equal access to digital resources, developing infrastructure for smart auditing
Institutional and international cooperation	Collaboration between auditors, regulatory authorities, and the IT sector; international partnerships, exchange of best practices, technical assistance, and external financing	Integrating the Republic of Moldova into international networks, accelerating the modernization of audit processes, increasing institutional credibility
Gradual implementation and piloting	Pilot AI solutions on high-volume data processes, phased implementation to reduce risks and increase acceptance	Minimizing risks, gradually adjusting audit processes, early identification of implementation issues
Organizational culture and transparency	Promoting a pro-innovation culture, encouraging experimentation, recognizing innovative teams, creating internal digital innovation hubs	Creating an environment conducive to innovation, increasing professional motivation, faster and more sustainable adoption of AI technologies

Source: prepared by the authors

To transform the trend of "gradual integration" into effective integration, a coherent package of measures is needed: (i) professional guidelines and standards defining the responsibility and permitted uses of AI, (ii) targeted training in areas with the highest consensus on automation (anomaly detection, intelligent sampling, analytical reporting), (iii) financial support mechanisms (consortium licenses, pilot programs supported by professional organizations), and (iv) minimum shared infrastructure for small firms. Only by combining these four directions can the gap between intention and implementation be reduced, while maintaining professional standards and confidence in audit quality. Thus, we conclude that the results obtained not only reflect the current level of integration of digital tools and artificial intelligence in auditing, but also provide valuable insights for shaping practical recommendations (**Table no. 3**).

These recommendations derive directly from the participants' responses and their correlation with the specialized literature, which gives them both practical relevance and scientific foundation. They aim to strengthen digital skills, optimize audit processes through advanced technologies, and adequately manage ethical and technical barriers. Their detailed presentation below aims to highlight the concrete usefulness of the research for the professional and academic environment.

We therefore conclude that the recommendations outlined above highlight an integrated vision of the financial audit digitization process, in which continuous training, regulatory framework development, technical support, institutional and international collaboration, and the gradual implementation of AI solutions are interdependent elements. Their impact converges towards improving the quality of the audit process, reducing the risks of misinterpretation, enhancing transparency, and ensuring alignment with international best practices. Overall, these dimensions confirm the need for a coordinated strategy and an innovation-oriented organizational culture, without which AI integration would remain fragmented and ineffective.

Table no. 4. Validation of research hypotheses based on questionnaire results

Hypothesis	Associated questions/variables (from questionnaire)	Summarized results (%)	Validation status	Explanation
H1: Positive correlation between digital skills and AI usage	Q5 – Degree of use of digital tools; Q7 – Level of digital skills	74% report frequent/very frequent use; 68% indicate medium/high level of competence	*Validated*	he results confirm the hypothesis: auditors with high digital skills use AI solutions more often.
H2: Positive perception of AI depends on familiarity	Q8 – Familiarity with AI; Q10 – Perception of the impact of AI	62% of those with high familiarity have a positive perception; 18% of those with low familiarity	*Partially validated*	The hypothesis is partially confirmed, as there are also respondents familiar with AI who have reservations about its usefulness.
H3: Auditors who perceive AI as supportive report greater confidence in digitized auditing	Q11 – Type of perception (support/substitution); Q13 – Level of confidence in digitized auditing	71% of those who see AI as supportive have high confidence; only 29% of those who perceive it as a replacement	*Validated*	Confirms the hypothesis: the perception of AI as a support tool is associated with a high level of trust.
H4: Ethical barriers and lack of transparency are perceived as major obstacles	Q14 – Ethical barriers; Q15 – Transparency of algorithms	66% indicate ethical barriers as the main obstacle; 58% mention lack of transparency	*Validated*	The hypothesis is confirmed: ethical barriers and lack of transparency are perceived as central issues in the adoption of AI.
H5: Auditors with RPA/AI experience perceive a positive impact on efficiency	Q16 – Previous experience with RPA/AI; Q17 – Perceived impact on efficiency	72% of those with experience report a positive impact; only 34% of those without experience	*Validated*	The results confirm the hypothesis: practical experience influences the positive perception of AI efficiency.

Source: prepared by the authors

Based on this conclusion, it is necessary to verify the extent to which the survey results support the hypotheses previously formulated based on the specialized literature. Validating or refuting them allows for empirical testing of the presumed relationships between digital skills, perceptions of AI, ethical barriers, and previous experience with automation solutions, providing a robust scientific foundation for the recommendations presented. To strengthen the relevance of the conclusions and verify the extent to which they are supported by empirical data, the hypotheses formulated in the methodological stage are subjected to a validation process by correlating them with the questionnaire responses. This approach allows for both confirmation and partial refutation of the initial assumptions, providing a scientific framework for interpreting the results. Validation is achieved by associating each hypothesis with the relevant questions in the questionnaire and by interpreting the proportions of responses obtained. In this way, the analysis takes on a rigorous, evidence-based dimension that goes beyond the descriptive level and allows for the formulation of well-founded conclusions (**Table no. 4**).

Based on the results, we observe that four hypotheses (H1, H3, H4, H5) were fully validated, while H2 was partially validated. Associating the hypotheses with the questionnaire questions and percentage responses allows for a direct and transparent analysis of the extent to which empirical data support theoretical claims. This distribution shows that the integration of AI into auditing is supported by digital skills, practical experience, and its perception as a support tool, but that there are still reservations regarding familiarity and positive perception. Overall, the confirmed hypotheses support the need for a gradual training and experimentation strategy to overcome barriers related to skepticism and professional ethics.

The validation of the hypotheses is detailed below:

H1. The hypothesis that there is a positive correlation between the level of digital skills of auditors and the degree of use of artificial intelligence technologies in the audit process is confirmed. The survey results show that respondents with a higher level of digital skills report more intensive use of AI tools, confirming the existence of a direct relationship between the two variables. *Thus, the empirical data support hypothesis H1, highlighting that the development of digital skills is an essential condition for the effective adoption of innovative technologies in auditing.*

H2. The hypothesis that positive perceptions of artificial intelligence increase with familiarity with digital audit tools is partially validated. The results show that respondents with more consistent experience in using digital solutions express, to a significantly greater extent, positive opinions on the usefulness of AI in auditing, confirming that familiarity with technology reduces scepticism and stimulates openness to change. However, the hypothesis is only partially confirmed, as there are also respondents who, although they report a high level of familiarity with AI, continue to express reservations about its usefulness and applicability. *This situation highlights that, in addition to practical experience, ethical, cultural, and institutional factors play a decisive role in shaping perceptions of AI integration in auditing.*

H3. The hypothesis that auditors who perceive AI as a support tool, not a substitute, report a higher level of confidence in the quality of the digitized audit process is confirmed. Analysis of the responses shows that most participants see AI as a support for decision-making and not as a substitute for professional judgment. *Consequently, the perception of AI as complementary rather than substitutive leads to increased confidence in the quality and reliability of the audit process.*

H4. The hypothesis that ethical barriers and lack of transparency of algorithms are perceived as major obstacles to the adoption of AI in auditing is also confirmed. The results show that respondents identified these risks as some of the most important challenges, with a very high percentage of mentions. *This validates the fact that the adoption of AI cannot be discussed exclusively in technical terms, but requires a complex approach that includes ethical and governance dimensions.*

H5. The hypothesis that auditors with more experience in using RPA and AI perceive a more pronounced positive impact on the efficiency and accuracy of the audit process is supported by empirical data. The questionnaire analysis shows that individuals who have previously participated in the implementation of automation solutions report clear benefits in terms of time reduction, increased accuracy, and process optimization. *This confirms the hypothesis and suggests that practical experience has a multiplier effect on the perception of the value brought by AI.*

Thus, the analysis of the hypotheses formulated and their comparison with empirical data confirms that the integration of artificial intelligence into auditing is based on a solid core of digital skills, practical experience, and favorable perceptions, but remains conditional on overcoming ethical barriers and strengthening professional trust. Overall, the results validate the strategic direction of the research and support the need for training, regulatory, and gradual implementation policies capable of transforming technological potential into a sustainable advantage for the auditing profession.

5. Conclusions

Research shows that integrating artificial intelligence into financial auditing is feasible and useful, provided that a balance is struck between procedural efficiency and professional judgment. The diagnosis of practices in the Republic of Moldova indicates predominantly intermediate digitization, intensive use of traditional tools, and cautious openness to smart solutions. Four hypotheses are fully confirmed, and one is partially validated. The correlations identified show that the level of digital skills and direct contact with AI increase the likelihood of a positive perception and effective use, while ethical barriers, lack of explainability, and regulatory ambiguities diminish the confidence of professionals and slow down the process of integrating these technologies into auditing.

The authors' contribution is threefold. Theoretically, the study structures recent literature into a coherent framework linking digital skills, the role of AI in supporting professional judgment, and ethical and regulatory conditions. Empirically, the research provides an original snapshot of the perceptions of professionals in the Republic of Moldova, validating key relationships between the variables investigated and differentiating between basic digitization and intelligent integration. In practical terms, the authors formulate a set of operational recommendations: targeted training, professional guidelines and regulatory clarifications, technical support and shared infrastructure for SMEs, institutional and international collaboration, and phased piloting, which can be implemented gradually.

The expected impact of the recommendations is manifold. Audit quality is enhanced by expanding analytics and anomaly detection, the risk of misinterpretation is reduced through training and clear standards for AI use, process transparency is improved through explainability requirements, and convergence with international best practices is accelerated through collaboration and controlled piloting. Overall, the paper provides an implementation path that transforms technological potential into a sustainable professional advantage without diluting the auditor's decision-making role.

In conclusion, the analysis demonstrates that the use of artificial intelligence in financial auditing is not only a direction for modernization but a strategic necessity for maintaining the relevance of the profession. The recommendations drawn from the study focus on major areas, such as: developing the digital skills of auditors, gradually and carefully integrating technologies into audit procedures, and adapting the ethical and regulatory framework to new technological realities. These directions are both implementation priorities for professionals and audit entities and a starting point for future research.

Future directions for research

The results of this research open up relevant avenues for further exploration of the relationship between artificial intelligence and financial auditing. First, there is a need for longitudinal studies to assess the actual impact of AI integration on audit quality and costs, beyond the perceptions of professionals. Second, future research can develop comparative models between emerging markets, such as the Republic of Moldova, and jurisdictions with advanced levels of digitization, in order to identify structural differences and transferable best practices. Third, the ethical and legal analysis of AI use in auditing requires interdisciplinary exploration to provide clear recommendations on professional responsibility, algorithmic transparency, and compliance standards. Although the European Union is asserting its leadership role in regulating artificial intelligence, which contributes to the definition of a global standard, the literature highlights the need for more comprehensive measures to align regulatory policies with technological reality and public perceptions (Laux, 2024). At the same time, the development of experimental tools and their testing in real audit contexts could form the basis for new international reporting and control standards.

Bibliography

1. Abdullah, A. A. H., & Almaqtari, F. A. (2024). The impact of artificial intelligence and Industry 4.0 on transforming accounting and auditing practices. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(1), 100218. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100218
2. Abu Huson, Y., Sierra-García, L., & Garcia-Benau, M. A. (2024). A bibliometric review of information technology, artificial intelligence, and blockchain on auditing. *Total Quality Management & Business Excellence*, 35(1-2), 91-113.
3. Agustí, M. A., & Orta-Pérez, M. (2023). Big data and artificial intelligence in the fields of accounting and auditing: a bibliometric analysis. *Spanish Journal of Finance and Accounting/Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 52(3), 412-438.
4. Appelbaum, D., Kogan, A., & Vasarhelyi, M. A. (2017). Big data and analytics in the modern audit engagement: Research needs. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 36(4), 1-27. Disponibil: https://digitalcommons.montclair.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1033&context=acctg-finance-facpubs
5. Blösser, M., & Weihrauch, A. (2024). A consumer perspective of AI certification–the current certification landscape, consumer approval and directions for future research. *European Journal of Marketing*, 58(2), 441-470.
6. Deliu, D. (2024). Raţionamentul şi scepticismul profesional în contextul interacţiunii dintre Inteligenţa Artificială şi inteligenţa umană. *Audit Financiar*, 22(176). Disponibil: https://revista.cafr.ro/ArticolRO?CodArticol=9781
7. Farcane, N., & Deliu, D. (2020). Mize şi provocări privind activitatea auditorului în era Blockchain. *Audit Financiar*, 18(1), 45-181. Disponibil: https://revista.cafr.ro/temp/Abstract_9632.pdf
8. Fedyk, A., Hodson, J., Khimich, N., & Fedyk, T. (2022). Is artificial intelligence improving the audit process?. *Review of Accounting Studies*, 27(3), 938-985.
9. Hurducaci, C. C., & Ionescu, B. Ş. (2024). Revoluţionarea auditului financiar: integrarea inteligenţei artificiale pentru eficienţă şi acurateţe îmbunătăţite. Audit Financiar, 22(3), 383-497. Disponibil: https://revista.cafr.ro/ArticolRO?CodArticol=9772
10. Informația privind piața serviciilor de audit pentru anul 2024. Aprobată prin Decizia nr.16 din 19.06.2025. Disponibil: https://cspa.md/sites/default/files/Pia%C8%9Ba%20serviciilor%20de%20audit%202024.pdf
11. Lacurezeanu, R., Tiron-Tudor, A., & Bresfelean, V. P. (2020). Automatizarea proceselor prin robotizare în audit şi contabilitate. *Audit Financiar*, vol. XVIII, no. 4(160), pp. 752-770, Disponibil: https://revista.cafr.ro/temp/Articol_9652.pdf
12. Laux, J., Wachter, S., & Mittelstadt, B. (2024). Trustworthy artificial intelligence and the European Union AI act: On the conflation of trustworthiness and acceptability of risk. *Regulation & Governance*, 18(1), 3-32.
13. Leocádio, D., Malheiro, L., & Reis, J. (2024). Artificial Intelligence in Auditing: A Conceptual Framework for Auditing Practices. *Administrative Sciences*, *14*(10), 238. https://doi.org/10.3390/admsci14100238
14. Lungu, C., & Bunget, O. C. (2025). Continuitatea profesiei de audit în contextul digitalizării și automatizării. *Audit Financiar*, 23(178). Disponibil: https://revista.cafr.ro/ArticolRO?CodArticol=9799
15. Rodgers, W., Al-Shaikh, S., & Khalil, M. (2023). Protocol analysis data collection technique implemented for artificial intelligence design. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 6842-6853.
16. Seethamraju, R., & Hecimovic, A. (2023). Adoption of artificial intelligence in auditing: An exploratory study. *Australian Journal of Management*, 48(4), 780-800.
17. Shapovalova, A., Kuzmenko, O., Polishchuk, O., Larikova, T., & Myronchuk, Z. (2023). Modernizatsiia natsionalnoi systemy obliku y audytu z vykorystanniam instrumentiv tsyfrovoi transformatsii [Modernization of the national accounting and audit system using digital transformation tools]. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 4(51), 33-52.
18. Taherizadeh, A., & Beaudry, C. (2023). An emergent grounded theory of AI-driven digital transformation: Canadian SMEs' perspectives. *Industry and Innovation*, 30(9), 1244-1273.
19. Tofan, D. O. & Airinei, D. (2024). Competenţe digitale în colectarea şi interpretarea probelor de audit. *Audit Financiar*, 22(175). Disponibil: https://revista.cafr.ro/ArticolRO?CodArticol=9773.

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *186-202*
ISSN on-line: 1844-8801

Paper presented at the IX[th] Congress of the Romanian financial auditor profession

Forecasting Budget Revenues Using the ARIMA Time Series Model

Ionela URSU, Ph. D. Student,
Faculty of Economics and Business Administration,
„Alexandru Ioan Cuza" University, Iasi, Romania,
e-mail: ionela.ursu92@gmail.com

Abstract

In recent decades, information has become one of the most important resources of a company, and modern management, based on flexibility and dynamism, requires complex and operational information. But how relevant, pertinent and in time information can be obtained? What methods and tools can be used to provide the most accurate information when it comes to planning and forecasting? A basic tool of accounting and controlling is represented by the budget, especially its forecasting function. In this context, for this study, the forecast of the budget revenues is done by using the ARIMA time series model. An increasing trend in the forecast for the analyzed year was observed, which represents a favorable sign for the company in terms of revenue growth.

Key words: *budget; forecasting; forecasting models; time series; ARIMA; SPSS;*

JEL Classification: *M41*

To cite this article:
Ursu, I. (2026), Forecasting Budget Revenues Using the ARIMA Time Series Model, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.186-202, DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/005

To link this article:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/005
Received: 16.07.2025
Revised: 4.08.2025
Accepted: 13.01.2026

1. Introduction

Historically, budgets have always played an important role in business (Libby, Lindsay, 2010). The business budget developed mainly in the period 1895–1920 as a result of the industrial development, production standardization and competition in the market. Budgets are used all over the world and serve for several purposes: planning, performance evaluation, employee motivation, resource allocation, control and strategy implementation. Budget represents the fundamental short-term planning tool (usually 1 year), oriented towards a profitable forecast. The objectives of the budget must correspond to the strategy defined at the entity level translated into the plan (Caraiani C., 2010, p. 37). Forecasting is the starting point for budgeting. Thus, to budget means to foresee and decide, and to forecast means to know before acting (Badea F., Dobrin C., 2006, p. 71 and 81).

Currentl, the use of forecasts is not only made for predictions on economic, political, social aspects but also for the real-time business decisions. Forecasting is a commitment to the future but has also a scientific attitude. Forecasts are based on scientific statistical, economic data so forecasting is based on knowledge (Badea F., Dobrin C., 2006, p. 82).

Based on the structure of the budget system, we can distinguish two types of budgets: determinant (represent the foundation of the budget) and resultant (are induced by determinant budgets). Determinant budgets are represented by the sales budget and the production budget. Resultant budgets are represented by the supply budget, administrative expenses, investments, treasury etc. (Budugan D., 2001, p. 52).

Given the concept that the starting point in budgeting is the revenue forecast, we propose to create a sales prediction using time series model that will then represent the basis for the construction of the other budgets, more specifically, the ARIMA time series approach will be used.

The data used are taken from a company whose business activity is production. For confidentiality reasons, we cannot disclose the name of the company, the processed data are real and were extrapolated from the SAP ERP system. For this study, historical data from budgets regarding the manufactured units during the period 2019-2023 will be used and the prediction will be made for the year 2024.

The paper includes 3 sections as follows: the first section aims to analyze the literature with an emphasis on notions regarding forecasting models. This is followed by the presentation of the research methodology, the variables used, the proposed ARIMA models and the results of the model prediction, and the last part aims to present the conclusions of the study.

2. Literature review

The budget system is a short-term, predictive management tool that includes budget planning and control. The objective of budget systems is to obtain information for the purpose of planning events within an entity (Caraiani C., et. al., 2010, p. 42). In practice, the totality of individual budgets coordinated with each other is called a budget system (Horvath et. al., 2009, p. 145).

The budget is a planning tool and the budget objectives must correspond to the entity's strategy translated into a plan (Caraiani C., et. al., 2010, p. 37). The budget expresses the management's vision of the expectations regarding the company's activity for a period of time. The process of achieving and executing the budget involves complex actions because a multitude of variables and factors can affect and influence the achievement or not of the proposed objectives (Rachlin R., 2007, p. 3).

Budgeting also represents, in the authors' view (Horvath et. al., 2009, p. 140), a planning system of the financial results, that determines a clear development of the action plans. The budget is a numerical forecast of the objectives, which must correspond to the entity's strategy (Caraiani C., 2010, p. 37). The budget predicts the anticipated result of a business strategy (Dimitris C.N., 2006, p. 237).

If budgeting represents the data resulting from forecasts (Budugan D., 2001, p. 43), the following questions that can be asked are: What information do we enter into budgets? How do we obtain this information? The forecast represents the starting point of budgeting. Thus, to budget means to foresee and decide, and to forecast means to know before acting (Badea F., Dobrin C., 2006, p. 71 and 81).

Currently, the use of forecasts is not only made for predictions about economic, political, social aspects but also for the real-time business decisions. Forecasting is a commitment to the future but has also a scientific attitude. Forecasts are based on scientific, statistical, economic data, so forecasting is based on knowledge. To forecast, we need information that refers to the present and past status of the enterprise, so that information becomes the raw material for management decisions (Badea F., Dobrin C., 2006, p. 82). Forecasting or prediction comes from the French *"prevision"* which means to anticipate the evolution and occurrence of events, based on known data from the past (but also the present); as well as the study of objective laws in a temporal and spatial context (Guță A.J, Catrina I., 2020).

How are forecasts obtained? With the help of forecasting models. Forecasting models represent the "heart" of a prediction. To get the best results we need the right data but also the right model. The more compatible the data and the model are, the more accurate the prediction of a phenomenon will be. According to the authors Jain L. D. C, Malehorn J. (2006, p. 46) there are three main types of models:

a. **Time Series Model**: this model works based on extrapolation of past data and assumes that the same trend will continue in the future. Examples of such models include exponential smoothing and ARIMA model (Zhao L., Mbachu J., Zhang H., 2019);
b. **Cause-Effect Model**: it is based on the existence of a cause (called the driver or independent variable) and an effect (called the dependent variable). For example, if sales depend on the total advertising expenditure for a product, then sales are the dependent variable and advertising is the independent variable, the driver, the cause. With the help of this model, we can determine the relationship between the variables and project them into the future. Another example starts from the following relationship between expenses (y) and activities (x): y=F(x), where, the expected expenses Y were established starting from the level of activity that can be predicted (Badea F., Dobrin C., 2006, p. 72). This model is used when there is a close relationship between the variables and it will not change significantly in the future or at least in the forecast period;
c. **The Critical Model**. This model is used especially when we do not have previous data for analysis. In this case we will use specific procedures to make a forecast such as: the Analog, Delphi, Diffusion, PERT (performance evaluation review technique), Survey model. We will briefly describe them further.
   - Analog – within this model a similar variable is used to be used as a basis for the forecast. For example, when televisions first appeared on the market, analysts estimated sales based on the sales of radio products. This technique is used for new products on the market, where we do not have a past record;
   - Delphi - in this case the forecasting is carried out with the help of a group of experts in the respective field;
   - Diffusion - analysts forecast data based on the product life cycle;
   - PERT - through this approach the analyst forecasts with the help of an expert in the field who will provide him with 3 estimates (pessimistic, optimistic, most likely) which will serve as the basis for the forecast;
   - Survey - primary data comes from questionnaires, applied by email, telephone or face to face, which represent the starting point for forecasting in certain specific cases.

In an informational context, a certain clarification is required: what is the difference between data and information? Information represents a message, brings an increase in knowledge and reduces uncertainty, and data represent symbols for potential information but requires processing to become useful information. Thus, data become the raw material for obtaining information (Nica P., Iftimescu A., 2008, p. 363). The basis of a forecast is the data we have available. Depending on the data we have available, we can also select the correct model. When preparing data, we must take into account the following aspects (Jain L.D.C., Malehorn J., 2006, p. 52):

- data consistency: we ensure that we have data for the entire analyzed period;
- the appearance of extreme values (outliers): by outlier we understand extreme, unusual, out of the ordinary values. These are random occurrences that are not part of the model, so they are either adjusted or a model is chosen that keeps track of such an occurrence, for example using a dummy variable in regressions that adjust the outlier;
- data structure: these can change with the appearance of new products, mergers of companies, entry into a new market, etc., in such cases comparison with past data is no longer possible;

- missing data: if we are missing data from a certain period (e.g. a month, 1 year), we must insert the missing values (through estimates); if we want to apply the time series model for example, we could encounter problems;
- seasonality: refers to fluctuations that occur periodically. For example, sales of a store with certain specific products can be very high in December, when Christmas takes place, or certain sports equipment can be sold more in winter than in summer and vice versa. If we observe such a trend, we will take it into account during the forecasting;
- the existence of a cause-effect relationship between the data: if our sales are directly affected by the practice of advertising campaigns, then the cause-effect model is more appropriate to use because Time Series will not capture such a relationship between the data;
- errors in the forecasting process: these are the most difficult to measure. We can calculate the errors, as appropriate, using one of the formulas (Jain L.D.C., Malehorn J., 2006, p. 60):
    a. Forecast error (%) = (Actual-Forecast)/Actual*100 - shows us how much the forecast deviates from the current data;
    b. Forecast error (%) = (Forecast-Actual)/Forecast*100 - shows us how much the actual data deviates from what we predicted.

The methodology applied depends on the company's business. For example, for products such as cement, oil, electricity, the forecast can be made for each product separately. For consumer products, the forecast is made in terms of production capacity or sales. There may be restrictions at the forecast level, for example restrictions generated by the market where the company will sell its products, the appearance of competition, etc., which is why we resort to methods that reduce this uncertainty (Badea F., Dobrin C., 2006, p. 126).

3. Research methodology. ARIMA time series model

Among the functions of the budget, the forecasting function stands out (in addition to the financial control and balance function), which represents a financial estimate of the resources and expenses for the company's activities (Budugan D., 2001, p. 46). Given that the starting point in the development of budgets is the revenue forecast, we further propose to create a sales prediction model using time series that will then represent the basis for the construction of the other budgets. The time series data are ordered according to the ***time variable*** (Cărbunaru B., Băcescu C., 2013). The general expression of a time series is (Anghelache C., Manole A., 2012):

$$Yi=f(ti), \text{ where}$$

Yi= values of the studied variable

ti= numerical values of the time variable

It is often preferred **to replace the effective independent variables**, which act on sales (such as: consumer income level, inflation level, population structure, product price, advertising budget, etc.) with the ***time variable***; this is due to the lack of information about the causal variables but also because of the high costs of obtaining such information (Zamfir M., 2017, p 65).

Budget planning always begins with the sales budget, which indicates the physical quantity of units to be produced and sold in a given period (Chorafas Dimitris 2006, p. 237). This budget then represents the basis for the production cost budgets, which will be taken into account for the quantities of raw materials and materials required per unit of product, from which the materials cost budget will result. Taking this information into account, the procurement budget is then developed. The budget for direct and indirect salary expenses is then planned, as well as the general administrative expenses budget. The investment budget takes into account the production budget for the purchase or modernization of equipment. The transition from numerical to cash-based budgeting represents the budgeting of cash flow as well as the development of a planned balance sheet and the forecasted income statement (Horvath et. al., 2009, p. 154).

Sales forecasting can be done: for the short term (for the development of production programs, including the forecast of finished product stocks or supply programs with raw materials and materials, etc.) and for the long and medium term (for the development of investment programs and financing plans), (Badea F., Dobrin C., 2006, p. 121). The authors Ikenna A., et. al. (2017) argue that the estimation, forecast of sales represents the foundation, the starting point for the construction of budgets. The forecast of budget revenues was carried out for this study using chronological series, more specifically the ARIMA time series model. We show in **Figure no. 1** the stages of this process, which will then be presented in detail.

Figure. no. 1. Steps used for the ARIMA model

Research framework for the ARIMA model
1. Graphical analysis of the historical data;
↓
2. Stationarity testing (graphical and numerical method);
↓
3. Transformation of the series from non-stationary to stationary;
↓
4. Parameters setting for the ARIMA model (p, d, q);
↓
5. Parameters setting for the SARIMA model (p, d, q) (P, D, Q);
↓
6. Testing and selecting the models by using the accuracy indicators, information criteria, model coefficients, the Ljung-Box test for the errors' stationarity and the correlograms of the model errors;
↓
7. Parameters estimation and model validation;
↓
8. Making the predictions for the chosen model.

Source: own processing

The first concept to clarify when talking about ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average) time series is whether a series is stationary or not. Determining this concept is important because the stationarity of a series can strongly influence its behavior and properties (Brooks C., 2008, p. 233). A series that is stationary is characterized by the fact that the mean, variance and covariance do not depend on time, they are constant. A non-stationary series, on the other hand, does not respect one of the conditions listed above, means the value of the variable depends on the previous value. If a series is non-stationary, the phenomenon of artificial correlation between variables may occur, means, although the value of the coefficient is high, there is no concrete connection between them. The phenomenon of false regression may also occur, there is a logical connection, the model is significant but we do not have a logical connection between the variables (Jemna D., 2009, p. 209-210).

In practice, of course, it is very difficult to find stationary series, which is why we will resort to series transformation procedures. For testing stationarity, graphical methods (based on autocorrelation coefficients) and numerical methods (based on tests) can be used. To achieve these, we used the SPSS v30 statistical program, and the data used are represented by historical data from the revenue budget (in physical volumes).

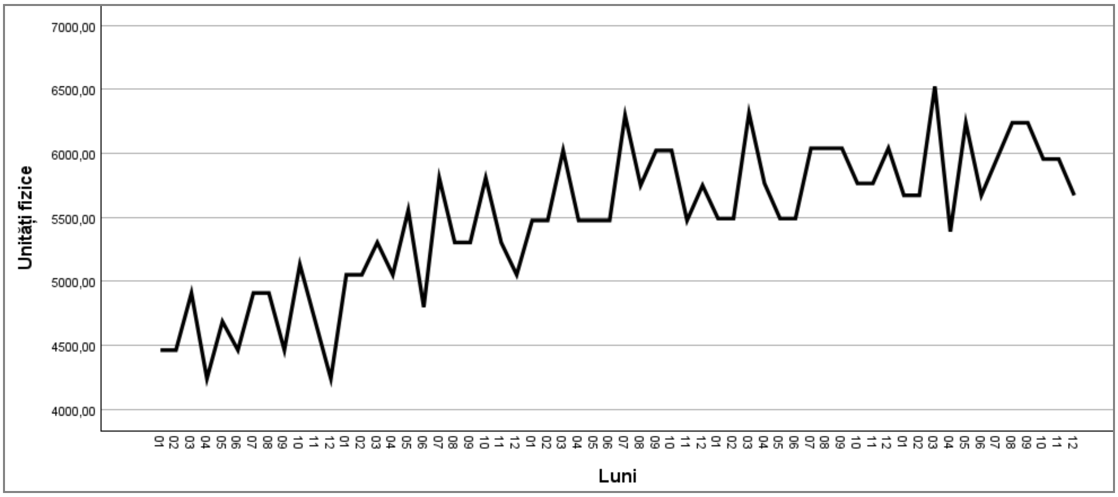
First of all, we present the data series in **Figure no. 2**, where at a first analysis we already realize that we have a stationary series because we observe an increasing trend and not a constant one.

Before proceeding to the testing with the two models, we want to specify some concepts that we will use. The first is the autocorrelation function (ACF), which measures the intensity of the link between variables and takes the value between -1 and +1. The partial autocorrelation function (PACF) measures the intensity of the link between variables, but also controlling the influence of the variables for a lag k. The lag represents an operator that establishes the correspondence between the value of the series at a time t and a previous one. The difference operator is used to transform a non-stationary series into a stationary series and establishes the correspondence between the value of the series at time t and the difference between the value of the series at time t and the value of the series at a previous time (Jemna D., 2009, p. 211).

Using the graphical method to test stationarity, we will use the correlogram of the autocorrelation coefficients. If the values of the autocorrelation function remain within the limits of the confidence interval, it means that the series is stationary. On the other hand, if the values decrease exponentially, it means that the series is non-stationary (Jemna D., 2009, p. 212).

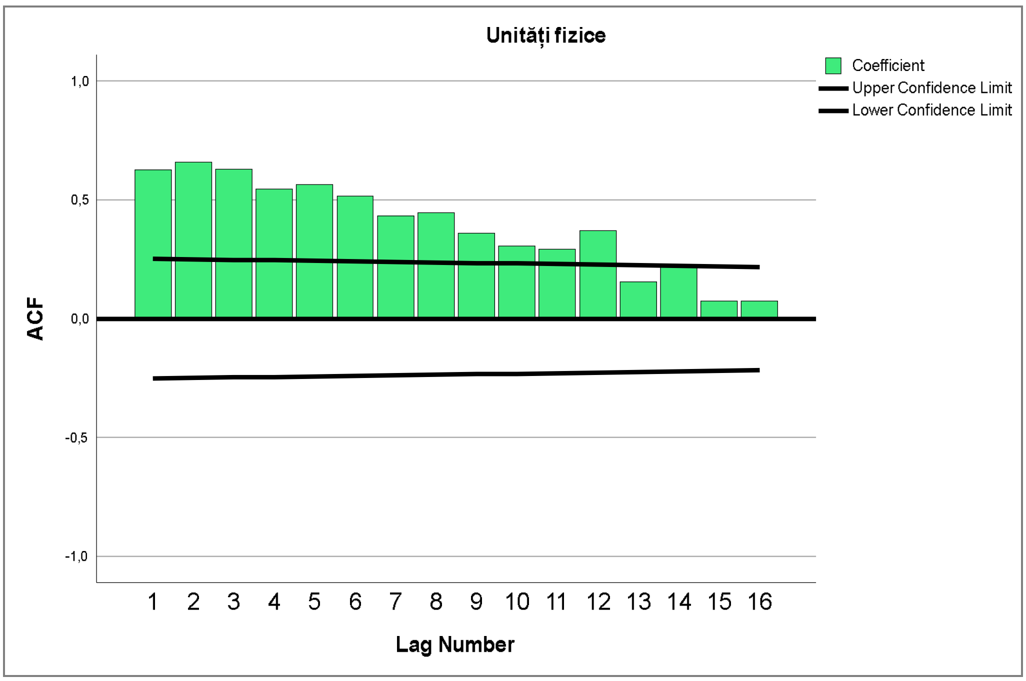
We can easily see from the correlogram represented in **Figure no. 3** that the series is non-stationary, because the values decrease and exceed the limits of the interval up to a lag equal to 12.

Figure. no. 2. Data series



Source: own processing in SPSS

Figure. no. 3. Correlogram of the non-stationary series



Source: own processing in SPSS

The numerical method is carried out using the Ljung-Box test (**Table no. 1**), starting from the formulation of the hypotheses (Jemna D., 2009, p. 213):

H0: ρk= 0, all coefficients are simultaneously zero – the series is stationary

H1: ρk all coefficients are not simultaneously zero – the series is not stationary

Result that Sig =<0.001<0.05, means for each lag the significance of the test is <0.001 → the hypothesis H0 is rejected and the hypothesis H1 is accepted, means the series is non-stationary.

Table no.1. Numerical testing method

Autocorrelations

Series: Unități fizice (Physical units)

Lag	Autocorrelation	Std. Error[a]	Box-Ljung Statistic Value	df	Sig.[b]
1	.626	.126	24.712	1	<.001
2	.659	.125	52.588	2	<.001
3	.630	.124	78.464	3	<.001
4	.546	.123	98.247	4	<.001
5	.563	.122	119.716	5	<.001
6	.517	.120	138.115	6	<.001
7	.431	.119	151.183	7	<.001
8	.445	.118	165.366	8	<.001
9	.360	.117	174.826	9	<.001
10	.306	.116	181.801	10	<.001
11	.292	.115	188.288	11	<.001
12	.371	.114	198.965	12	<.001
13	.156	.112	200.883	13	<.001
14	.224	.111	204.945	14	<.001
15	.075	.110	205.404	15	<.001
16	.073	.109	205.856	16	<.001

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.

Source: own processing in SPSS

The non-stationary time series can be transformed into a stationary series using the difference operator of a certain order. This transformation can be performed using SPSS (menu forecasting, sequence chart, transform, difference 1). In **Figure no. 4** we can see the data series transformed into a stationary series of the first order (means we applied the operator only once to obtain the stationary series).

The ARIMA process is determined by 3 parameters: p, d and q and the model is written in the form:

ARIMA (p, d, q),

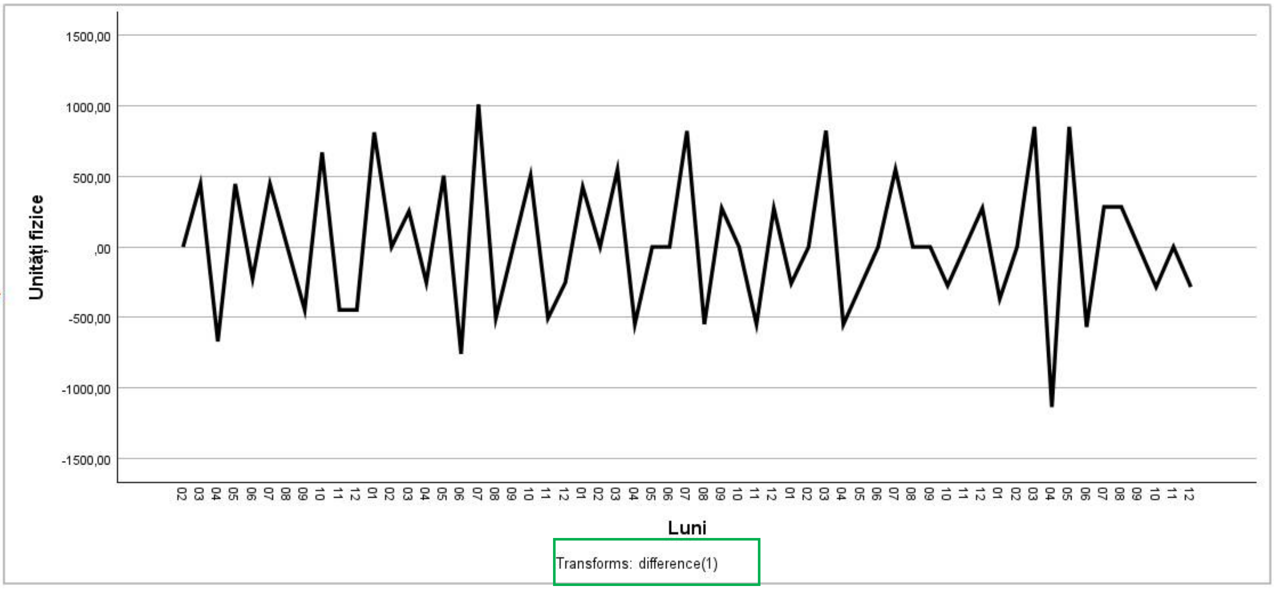
where p represents the autoregressive component (AR), d the order of integration (I) and q the moving average component (MA).

How do we decide the parameters for the ARIMA model? With the help of the autocorrelation and partial autocorrelation function for a stationary series (our series has already been transformed as described above), as follows:

- the parameter **p** refers to the number of past values (lags) that the model uses to make predictions (Gupta A., Mehta V., 2023) and can be determined using the partial autocorrelation function, more specifically the partial autocorrelation correlogram (**Figure no. 6**), which we obtain using SPSS. Based on this graph, we observe the terms that are significantly different from zero;
- the parameter **d** refers to the number of differencings performed to eliminate non-stationarity (Gupta A., Mehta V., 2023) and in our case it is 1, because the difference operator used above is of order 1;
- the parameter **q** refers to the number of past error terms used by an ARIMA model when making

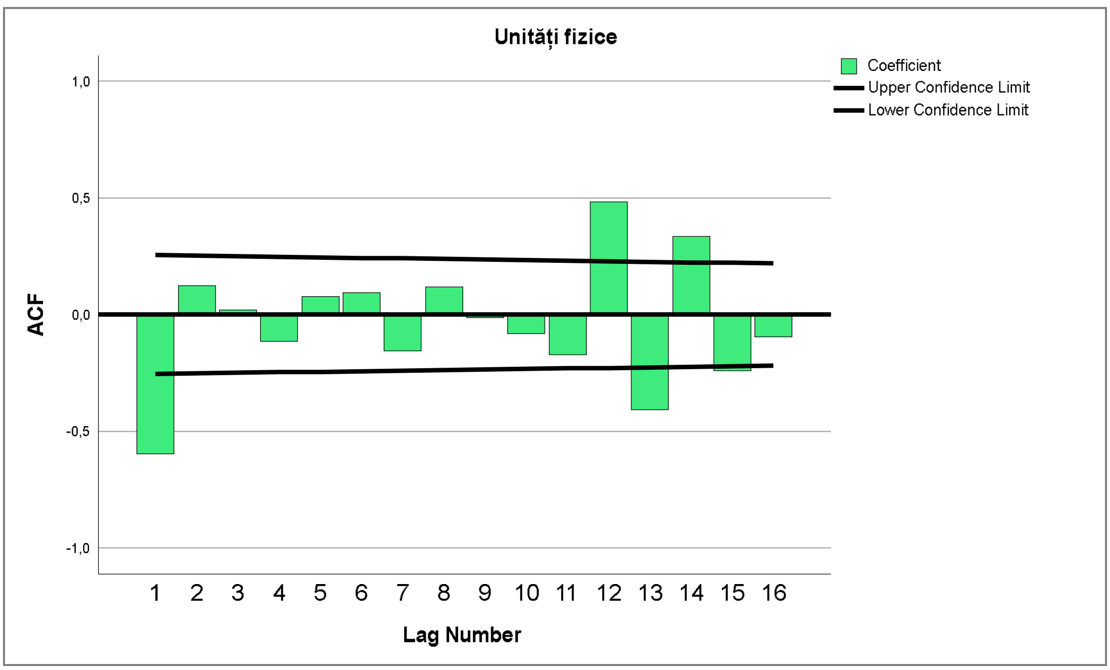
predictions (Gupta A., Mehta V., 2023) and can be determined using the autocorrelation correlogram (**Figure no. 5**), where we observe the terms that are significantly different from zero;

Figure. no. 4. Transforming non-stationary series into first-order stationary series



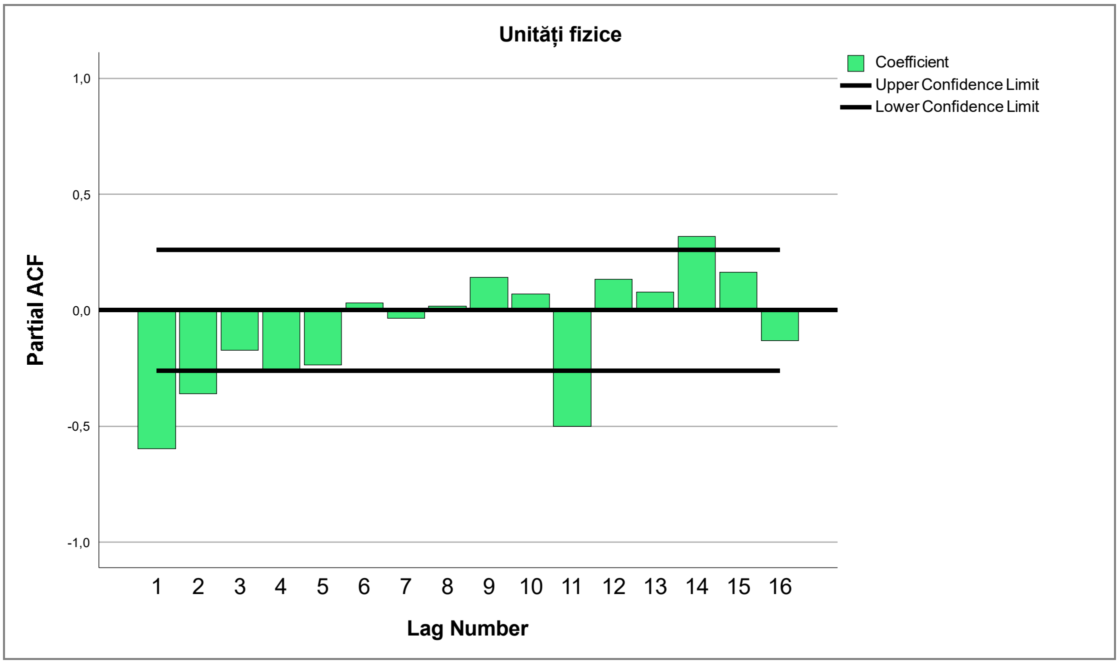
Source: own processing in SPSS

Figure. no. 5. Autocorrelation correlogram of the transformed series



Source: own processing in SPSS

Figure. no. 6. Partial autocorrelation correlogram of the transformed series



Source: own processing in SPSS

When the data in the model shows elements of seasonality, we refer to a seasonal ARIMA model, also called SARIMA. The data in the model shows seasonality in certain periods when they are influenced by year-end or religious holidays (Devianto D., et. al., 2024), by holiday periods where, for example, the airline industry records higher demands (Firat M., Kaplan Y.D., Sampli R., 2021). Retail sales can also show seasonality, such as the food industry in retail trade (Nari Sivanandam N. A., Ahrens D., 2015) or certain equipment that tends to have high or low values during the winter and summer (Noureen S., Atique S., Roy V., Bayne S., 2019).

When ARIMA incorporates, in addition to seasonality, external variables into the model (exogenous factors), means external information such as weather, exchange rate etc. (Gupta A., Mehta V., 2023), we speak of a model called SARIMAX (Nari Sivanandam N. A., Ahrens D., 2015).

Like non-seasonal time series, data can be modeled and forecasted as an ARIMA process. The parameters and the SARIMA model are written as follows (Noureen S., Atique S., Roy V., Bayne S., 2019):

ARIMA(p, d, q) (P, D, Q),

where the terms p, d, q represent the non-seasonal component and the terms P, D, Q represent the seasonal component of the model.

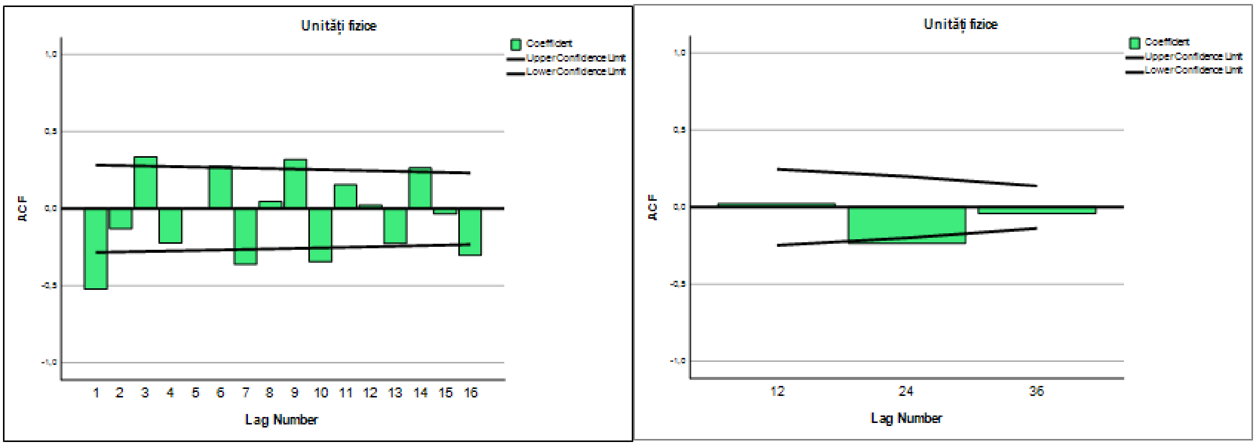
Next, we can show the autocorrelation correlogram and the partial autocorrelation correlogram of the transformed (order 1) SARIMA series (**Figures no. 7** and **no. 8**) for our data, which were obtained using SPSS v30. The lags of the correlograms with the seasonal component are presented with a seasonality of 12 months (12, 24, 36). These graphs will help us determine the model parameters.

Moving average modeling (MA parameter) can pose problems in practice; in this case, the author Jemna D. (2009, p. 226) presents the solution of testing and using only the AR – p parameter in the model. We will also take this information into account when testing the models.

We now have all the necessary information to identify and test ARIMA and SARIMA models in SPSS.

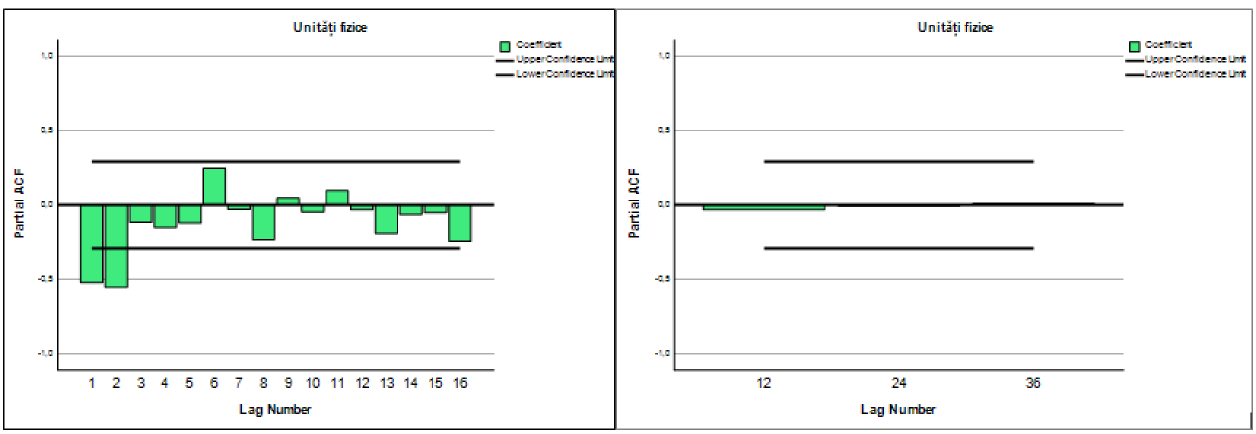
The literature urges us, for model selection, to use not only correlograms, but also other techniques that remove some of the subjectivity in the interpretation of ACF and PACF, called ***information criteria***. The three most popular criteria are: Akaike's (1974) information criterion (AIC), Schwarz's (1978) Bayesian information criterion (BIC) and Hannan-Quinn criterion (HQIC), (Brooks C., 2008, p. 232-233). The lowest BIC/AIC criterion (value) is preferable (Tripti D., Shamshad A., Mohammad S., 2020). SPSS provides us with the BIC criterion that we will also use in our analysis.

Figure. no. 7. Autocorrelation correlograms of the transformed series (non-seasonal and seasonal component)



Source: own processing in SPSS

Figure. no. 8. Partial autocorrelation correlogram of the transformed series (non-seasonal and seasonal component)



Source: own processing in SPSS

In addition to information criteria, ***accuracy indicators*** (which measure actual vs. predicted values) can be used, such as MAE (mean absolute error), RMSE (root mean square error) and MAPE (mean absolute percentage error); of course, the indicator with the lowest values may represent the most appropriate model (Ho J.S., Zhang Y., 2022). We will choose to use MAPE, which expresses the results in relative values.

The calculation formula is given below (Sagaert Y. R., et. al, 2017):

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{Y_{t+h}-Y'_{t+h}}{Yt+h}, \text{ where}$$

Yt+h represents the real data (original data),

Y't+h are the forecasted values.

Table no. 2. Proposed ARIMA and SARIMA models (ordered by MAPE indicator)

No.	MODEL	MAPE (%)	BIC	R-squared	Model coefficients (sig<0.05 for AR and MA)	Ljung-Box test – errors stationarity (sig<0.05)	Observations – residuals correlograms	Total predicted units
0	-	*(3,2% - 5,6%)*	*(11,43 - 12,78)*	*(51% - 79%)*	-	-	-	*(69.758 - 74.775 pcs.)*
1	SARIMA(2,1,3)(0,1,2)	3,202	11,571	0,675	not significant statistically	0,174	Errors are within range	70.768
2	SARIMA(2,1,1)(0,1,2)	3,352	11,501	0,624	not significant statistically	0,089	Errors are within range	71.811
3	SARIMA(1,1,3)(0,1,2)	3,451	11,656	0,606	not significant statistically	0,024	Errors are within range	72.076
4	SARIMA(2,1,3)(0,1,0)	3,477	11,498	0,626	not significant statistically	0,34	Errors are within range	70.127
5	SARIMA(2,1,1)(0,1,0)	3,579	11,442	0,593	**statistically significant**	0,098	Errors are within range	70.843
6	SARIMA(2,1,0)(0,1,2)	3,581	11,47	0,595	not significant statistically	0,006	Errors are within range	70.907
7	SARIMA(1,1,3)(0,1,0)	3,631	11,572	0,552	not significant statistically	0,022	Errors exceed the range	70.665
8	SARIMA(1,1,1)(0,1,2)	3,635	11,527	0,572	not significant statistically	0,005	Errors are within range	71.750
9	ARIMA(11,1,0)	3,71	12,134	0,784	not significant statistically	0,016	Errors are within range	74.424
10	ARIMA(11,1,1)	3,741	12,718	0,793	not significant statistically	<,001	Errors are within range	74.049
11	**SARIMA(2,1,0)(0,1,0)**	**3,793**	**11,445**	**0,513**	**statistically significant**	**0,01**	**Errors are within range**	**69.758**
12	ARIMA(2,1,12)	3,854	12,4	0,785	not significant statistically	<,001	Errors are within range	71.926
13	SARIMA(1,1,1)(0,1,0)	3,872	11,433	0,519	not significant statistically	0,03	Errors exceed the range	70.341
14	ARIMA(2,1,14)	3,937	12,602	0,781	not significant statistically	<,001	Errors exceed the range	73.983
15	ARIMA(2,1,13)	4,218	12,702	0,735	not significant statistically	<,001	Errors exceed the range	73.119
16	ARIMA(2,1,1)	4,935	11,891	0,655	not significant statistically	<,001	Errors exceed the range	74.521
17	ARIMA(1,1,1)	4,946	11,807	0,654	not significant statistically	<,001	Errors exceed the range	74.520
18	**ARIMA(2,1,0)**	**5,363**	**11,962**	**0,596**	**statistically significant**	**<,001**	**Errors are within range**	**73.879**
19	ARIMA(1,1,0)	5,64	12,021	0,532	**statistically significant**	<,001	Errors exceed the range	71.247

Source: own processing

In **Table no. 2** we present the proposed models which are ordered by the MAPE (Mean Absolute Percentage Error) indicator.

We observe from **Table no. 2** that for the analyzed models, MAPE has values between 3.2% and 5.6%. This represents a high accuracy of the models' forecast (Seval E., Nursel O., 2017), as we can see from **Table no. 3**. Likewise, the BIC values are very close to each other (11.43 - 12.78) and R Squared (the determination ratio that shows us what percentage of the variation of physical units is influenced by the variation of the time variable) has values between 51% - 79%.

After analyzing the indicators, to choose the optimal model for forecasting, several criteria were taken into account: the model coefficients (for a sig.<0.05 for AR and MA), the results of the Ljung-Box test on the stationarity of the model errors (for a sig.<0.05) as well as the analysis of the residuals (white noise) correlograms; this information helps us to validate the final model.

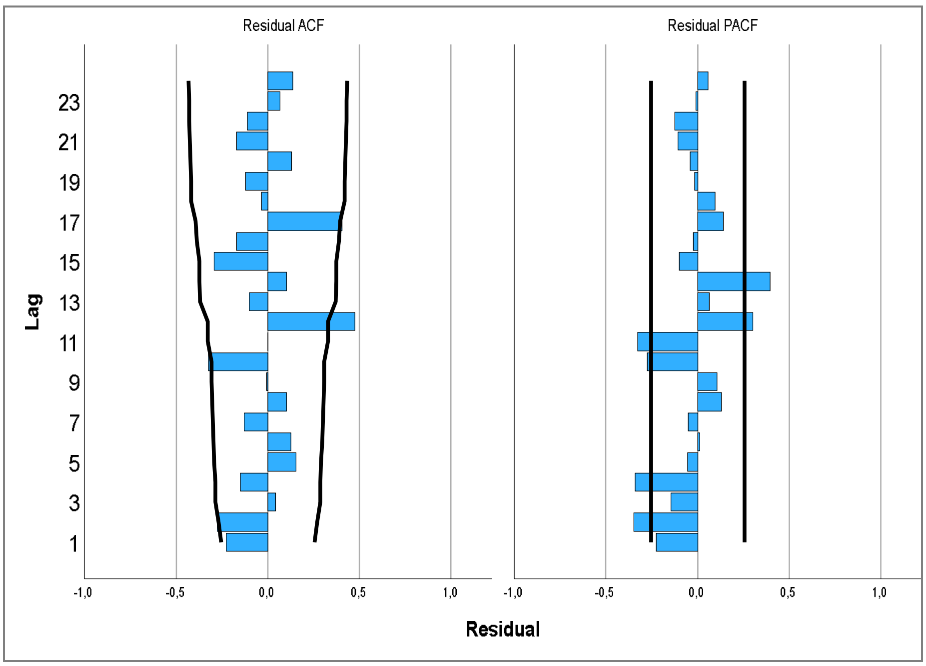
Table no. 3. Ranges for MAPE and forecast accuracy

No.	Reference values - MAPE	Forecast
1	≤ 10%	High accuracy
2	10% - 20%	Good accuracy
3	20% - 50%	Feasible accuracy
4	≥50%	Low accuracy

Source: Seval E., Nursel O., 2017

From the **Table no. 2** we can deduce that only models from the 5, 11, 18 and 19 rows have statistically significant coefficients (sig.<0.05) for AR (p) or MA (q). The rest of the models that have statistically insignificant coefficients (sig.>0.05) can no longer be considered for prediction.

Figure. no. 9. Residual values for the ARIMA(1,1,0) model



Source: own processing in SPSS

We proceed with the analysis of the remaining models, SARIMA(2,1,1)(0,1,0), SARIMA(2,1,0)(0,1,0), ARIMA(2,1,0) and ARIMA(1,1,0).

The SARIMA(2,1,1)(0,1,0) model in row 5 does not meet the condition regarding the stationarity of the model errors (sig.= 0.098 > 0.05), means the residuals are non-stationary.

SARIMA(2,1,0)(0,1,0) represents a model that can be used (row 11), sig.= 0.01, means the estimated model errors are stationary and according to the correlograms residuals, the errors are within the confidence interval.

ARIMA(2,1,0) also represents a potential model (row 18) with a sig.<.001, meaning that the estimated model errors are stationary and the correlograms residuals are within the confidence interval.

The ARIMA(1,1,0) model on row 19, although records a sig. <0.05, meaning that the estimated model errors are stationary, the correlogram errors exceed the confidence interval, as can be seen from **Figure no. 9**.

Finally, the SARIMA(2,1,0)(0,1,0) and ARIMA(2,1,0) models meet the criteria used, but which one can we choose in the end? We observe from table no. 2 that although the stationarity hypothesis of the estimated errors is accepted for both models, the sig. value is more significant for the ARIMA(2,1,0) model, means sig.=<.001, compared to SARIMA(2,1,0)(0,1,0) for which sig. is 0.01.

Based on these arguments, we choose the ARIMA(2,1,0) model and proceed with the forecasting process.

We can now proceed with the estimation of the ARIMA(2,1,0) model, using the SPSS v30 program, from the Analyze, Forecasting, Create Traditional Models menu.

The estimate of the autoregressive parameter is shown in **Table no. 4**. We observe that lag 1 (means the lagged variable is used as a predictor) is significant for sig.= <.001 and lag 2 is significant for sig.= .005.

We proceed with the validation of the model and verify the hypotheses regarding the stationarity of the model errors for a sig. <0.05.

H0: ε≠0, the estimated model errors are non-stationary

H1: ε=0, the estimated model errors are stationary.

According to the Ljung-Box test (from **Table no. 5**) it results that Sig is <.001, means <0.05 → the hypothesis H0 is rejected and the hypothesis H1 is accepted, means the hypothesis regarding the stationarity of the errors is accepted.

Table no. 4. ARIMA model parameters (2,1,0)

ARIMA Model Parameters

					Estimate	SE	t	Sig.
Physical units - Model_1	Physical units	No transformation	Constant		22.375	21.521	1.040	.303
			AR	Lag 1	-.815	.125	-6.538	<.001
				Lag 2	-.366	.125	-2.937	.005
			Difference		1			

(Source: own processing in SPSS)

Table no. 5. ARIMA statistical model (2,1,0)

Model Description

			Model Type
Model ID	Physical units	Model_1	ARIMA(2,1,0)

Model Statistics

Model	Model Fit statistics					Ljung-Box Q(18)			
	R-squared	RMSE	MAPE	MAE	Normalized BIC	Statistics	DF	Sig.	Number of Outliers
Unități fizice-Model_1	.596	356.799	5.363	293.430	11.962	64.230	16	<.001	<.001

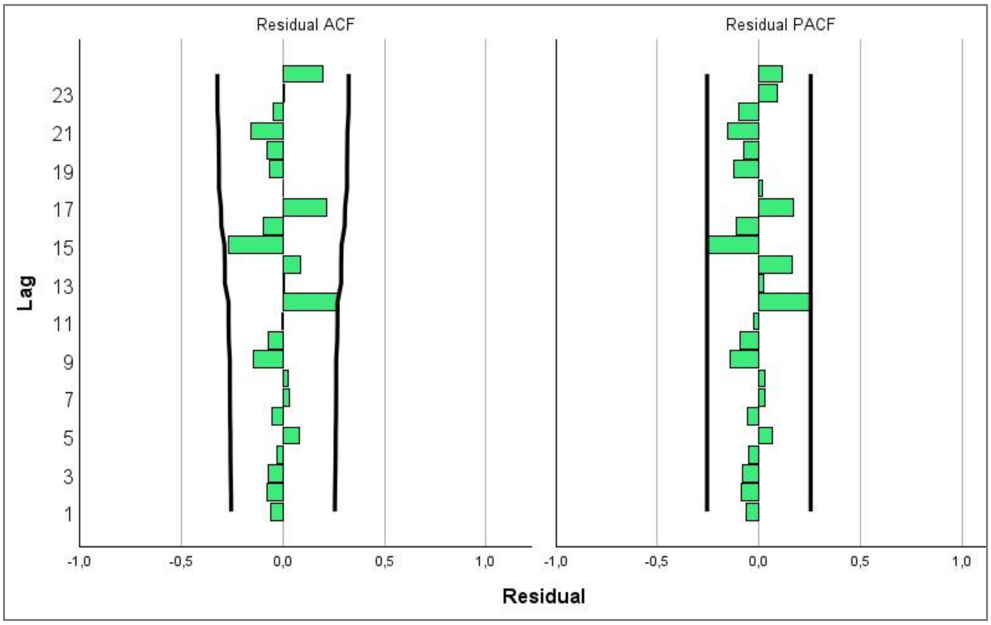
Source: own processing in SPSS

This is also confirmed by the correlograms from **Figure no. 10**, where the errors are within the range and do not differ significantly from zero. Basically, what remains in this range (residual values) represents the “white noise”, with mean 0 and variance 0, it’s that part that cannot be predicted and represents unknown factors.

According to the results presented in **Table no. 5**, we can also state that 59.6% of the variation in sales volumes is influenced by the variation in the time variable.

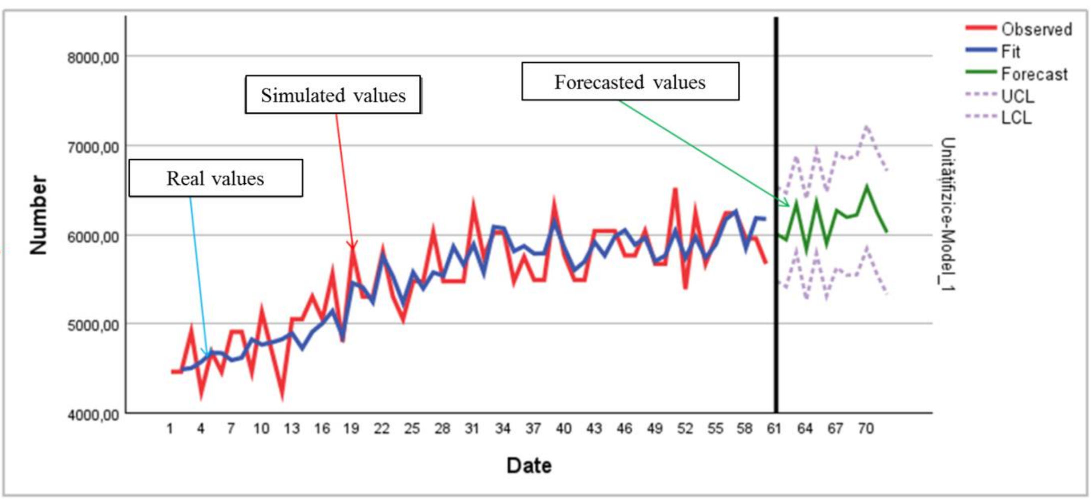
In **Figure no. 11** we observe the real values of the data series, the simulated values by the model as well as the predicted values which maintain an increasing trend.

Figure. no.10. The residual values of the model



Source: own processing in SPSS

Figure. no.11. The real, simulated and predicted values of the model



Source: own processing based on the graph obtained with SPSS

Table no. 6. Forecasted values for 2024 and the lower and upper limit values

YEAR_	MONTH_	DATE_	Predicted_Unitățifizice_Model_1	LCL_Unitățifizice_Model_1	UCL_Unitățifizice_Model_1
2024	1	JAN 2024	6010	5483	6538
2024	2	FEB 2024	5943	5416	6469
2024	3	MAR 2024	6342	5800	6883
2024	4	APR 2024	5835	5268	6401
2024	5	MAY 2024	6361	5788	6933
2024	6	JUN 2024	5898	5315	6481
2024	7	JUL 2024	6271	5631	6910
2024	8	AUG 2024	6194	5546	6842
2024	9	SEP 2024	6221	5550	6891
2024	10	OCT 2024	6532	5841	7224
2024	11	NOV 2024	6248	5557	6940
2024	12	DEC 2024	6024	5332	6715
TOTAL			**73.879**	**66.528**	**81.229**

Source: data obtained in SPSS

Table no. 7. Forecasted sales budget for 2024 (volumes and revenues)

2024 Budget	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Total 2024
Estimated units	6.010	5.943	6.342	5.835	6.361	5.898	6.271	6.194	6.221	6.532	6.248	6.024	**73.879**
Forecasted income	2.939.812 €	2.907.039 €	3.102.211 €	2.854.211 €	3.111.505 €	2.885.027 €	3.067.481 €	3.029.817 €	3.043.024 €	3.195.150 €	3.056.231 €	2.946.661 €	**36.138.170 €**

Source: own processing in SPSS

In **Table no. 6** we can observe the values obtained for each month of the 2024 year, as well as the values within the confidence interval.

The volumes are then multiplied by the sales price and then the planned budget revenues were obtained (**Table no. 7**).

4. Conclusions

The budget is the fundamental short-term planning tool (usually 1 year), oriented towards a profitable management. The objectives in the budget must correspond to the strategy defined at the entity level translated into the plan (Caraiani C., 2010, p. 37).

The forecast is the starting point for budgeting. Thus, to budget means to foresee and decide, and to forecast means to know before acting (Badea F., Dobrin C., 2006, p. 71 and 81). As a result, in this study we set out to project the revenue budget based on the historical data from a company whose business activity is production for the time frame 2019-2023 and the predictions are being made for the year 2024.

How can we obtain the forecasts? With the help of the forecast models. The most well-known and used models are: the time series model, such as exponential smoothing and the ARIMA model, the cause-effect model based on the relationship between independent (driver) and dependent variables and finally the critical model used when we do not have previous data to work with.

To make the predictions, the ARIMA time series model was used and the first step consisted of transforming the data series from non-stationary to stationary. If we work with a non-stationary series, there is a risk of the phenomenon of artificial correlation between variables, means there is no concrete connection between them (Jemna D., 2009, p. 209-210).

Based on the autocorrelation and partial autocorrelation correlograms, potential ARIMA and SARIMA (seasonal ARIMA) models were identified, which were then tested (using SPSS v30) and validated according to several criteria, such as accuracy indicators (MAPE - mean absolute error), information criteria (BIC - Bayesian information criterion), Ljung-Box test on error stationarity (for sig<0.05) and analysis of the residuals correlogram (white noise). Finally, the ARIMA(2,1,0) model was validated, which predicted a total of 73,879 physical units for 2024.

The volumes were then multiplied by the sell price and after the planned revenues were obtained. This model shows us an increase in units compared to the period 2019-2023, a favorable sign for the company in terms of revenue growth. Of course, this also leads to higher production costs and the management must consider a control and administration of the direct costs.

The limitations of the study can be represented by the limited access to data and information regarding the budgeting practices and short-term objectives of the company. The restricted access to everything related to the strategic plan and strategies of the company for the following years could have contributed even better to the design of the revenue budget for 2024. Another limitation refers to the method, more specifically the independent variable is represented only by the time factor and other variables that may influence sales in the future were not included in the model.

In this paper, time series based on the ARIMA model were used to predict the revenue budget. However, forecasts can also be made using other statistical approaches, such as time series using a model called exponential smoothing (which aims to reduce the gap between forecast and demand in the event of unexpected changes), RNN (recurrent neural networks) or trend series modeling (predictions are made by using the regression analysis). If aspects regarding seasonality and the influence of exogenous factors can be incorporated into an ARIMA model, a model called SARIMAX can be developed. Moreover, the time variable can be replaced with other independent variables (both internal and external to the company) that can influence sales, such as consumer income levels, inflation levels, population structure, product prices on the market, advertising budget, information about the competition, etc.

References

1. Anghelache C., Manole A. (2012) Seriile dinamice / cronologice (de timp) - prezentare teoretică, structură, relațiile dintre indici, *Romanian Statistical Review* nr. 10
2. Badea F., Dobrin C. (2006) Gestiunea Bugetară a sistemelor de producție, *Ed. Economică*, București
3. Brooks C. (2008) Introductory Econometrics for Finance, second ediction, *Cambridge University Press*, New York
4. Budugan D. (2001) Contabilitate și Control de Gestiune*, Ed. Sedcom Libris*, Iași
5. Caraiani C., Dumitrana M., Dascălu C., Dumitru M., Glăvan M., Lungu C., Calu D., Jinga G., Gușe R., Jianu I., Vulpoi M. (2010) Control de Gestiune, *Ed. Universitară*, București
6. Cărbunaru B.A. (2013) Băcescu Condruz M., Metode utilizate în analiza variaţiilor sezoniere a seriilor cronologice*, Revista Română de Statistică*, nr. 3
7. Chorafas D. N. (2006) IFRS, Fair Value and Corporate Governance, *Ed. Elsevier*, Oxford
8. Devianto D., Permana D., Arif E., Afrimayani A., Yanuar Y., Maiyastri M., Yollanda *M.* (2024) An innovative model for capturing seasonal patterns of train passenger movement using exogenous variables and fuzzy time series*, Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* , no.10
9. Firat M., Kaplan Y.D., Sampli R. (2021) Forecasting Air Travel Demand for Selected Destinations Using Machine Learning Methods, *Journal of Universal Computer Science*, vol. 27, no. 6 (2021), 564-581
10. Gupta A., Mehta V. (2023) Time Series based Predictive Model for Analysing the Health of Power transformer*, International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application (ICIDCA)*, Uttarakhand, India, 2023, pp. 1006-1013, doi: 10.1109/ICIDCA56705.2023.10099709
11. Guță A.J, Catrina I. (2020) Forecast activity in the context of the dynamics of economic and social processes and phenomena, *Annals of the University of Petroşani, Economics*, 20(1), 115-124
12. Ho J.S., Zhang Y. (2022) Forecasting Road Traffic Fatalities in Malaysia Using Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) Model*, Journal of Science and Technology*, DOI: 10.47836/pjst.30.2.03

13. Horvath P., Binder B.C.K, Currle M., Esser J., Gerdes S., Graf J., Greiner O., Grunebaum D., Heinzelmann M., Hofmann., Hohner M.A., Kammler-Burrak A., Leyk J., Link M., Muller M., Sasse A., Scheffner J., Schmidt H. (2009) Controlling - Sisteme eficiente de creștere a performanței firmei, Ed. a II-a, *Ed. C.H. Beck*, București
14. Jain L.D.C, Malehorn J. (2006) Benchmarking: Forecasting Practices: A Guide to Improving Forecasting Performance*, Ed. Graceway Publishing Company, NW*
15. Jemna D. (2009) Econometrie*, Ed. Sedcom Libris*, Iași
16. Libby T., Lindsay R.M. (2010) Beyond Budgeting or Budgeting Reconsidered? A Survey of North-American Budgeting Practice*, Management Accounting Research*, 21, 56-75. http://dx.doi.org/10.1016/j.mar.2009.10.003
17. Nica P., Iftimescu A. (2008) Management. Concepte și Aplicații, *Ed. Sedcom Libris*, Iași
18. Noureen S., Atique S., Roy V., Bayne S. (2019) Analysis and application of seasonal ARIMA model in Energy Demand Forecasting: A case study of small scale agricultural load, *IEEE 62nd International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)*, Dallas, TX, USA, pp. 521-524, doi: 10.1109/MWSCAS.2019.8885349
19. Rachlin R. (2007) Sistemul complet de bugete ale firmei*, Ed. BMT Publishing House*, București
20. Sagaert Y.R., Aghezzaf EL-H., Kourentzes N., Desmet B. (2017) Tactical sales forecasting using a very large set of macroeconomic indicators*, European Journal of Operational Research*
21. Seval E., Nursel O. (2017) Grey modelling based forecasting system for return flow of end-of-life vehicles*, Technological Forecasting & Social Change* 115, pp. 155–166
22. Sivanandam N. A., Ahrens D. (2015) A Hybrid Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average and Quantile Regression for Daily Food Sales Forecasting, *Intern. Journal of Production Economics*, http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.09.039
23. Tripti D., Shamshad A., Mohammad S. (2020) Time series analysis of climate variables using seasonal ARIMA approach, *J Earth Syst Sci* 129, 149, https://doi.org/10.1007/s12040-020-01408-x
24. Zamfir M. (2017) Controlul de gestiune prin sistemul de bugete*, Ed. Pro Universitaria*, București
25. Zhao L., Mbachu J., Zhang H. (2019) Forecasting residential building costs in New Zealand using a univariate approach, *International Journal of Engineering Business Management*, Volume 11: 1–13, https://doi.org/10.1177/184797901988006

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *203-214*
ISSN on-line: 1844-8801

Paper presented at the IX[th] Congress of the Romanian financial auditor profession

Business Innovation through Generative Artificial Intelligence: a Patent Analysis

Abstract

Generative Artificial Intelligence (GenAI) has the potential to contribute to the reconfiguration of processes and to increase the level of innovation in the business environment. However, current research highlights that GenAI-based commercial applications are still in a 'ferment phase', with their impact not yet fully understood. To address this gap, the present study aims to examine the main activities and industries in which GenAI can contribute to enhancing innovation. To achieve this objective, a mixed methodological approach was adopted, starting with a series of quantitative analyses based on data extraction through automated techniques, followed by a content analysis designed to create a framework of innovation opportunities in the business environment. The dataset used for this study consists of 96 patents collected from the Espacenet registry, published between 2023 and 2025 under the G06Q classification. The research findings highlight an extensive framework of GenAI applications, organised into six categories, which can be successfully employed to increase business innovation. A predominant focus of the inventions on personalisation and automation solutions can be observed, but emerging trends can also be noted in industries such as education, healthcare, financial and banking services, and energy. Thus, this study reduces the gap identified by scholars, laying the foundation for future research focused on business innovation through GenAI-driven solutions.

Key words: *Generative Artificial Intelligence (GenAI); innovation; personalisation; business environment; patent data;*

JEL Classification*: M15, M21, O31*

Lecturer Sînziana-Maria RÎNDAȘU, Ph. D.,
Bucharest University of Economic Studies, Romania,
e-mail: sinziana.rindasu@cig.ase.ro

Master student Eliza STOICA,
Bucharest University of Economic Studies, Romania,
e-mail: babaeliza21@stud.ase.ro

Univ. Prof. Habil. Ofelia-Ema ALECA, Ph. D,
Bucharest University of Economic Studies, Romania,
e-mail: ofelia.aleca@cig.ase.ro

To cite this article:
Rîndașu, S.-M., Baba, E., Aleca, O.-E. (2026), Business Innovation through Generative Artificial Intelligence: A Patent Analysis, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.203-214, DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/006

To link this article:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/006
Received: 31.07.2025
Revised: 28.08.2025
Accepted: 15.01.2026

Introduction

Historically, the use of artificial intelligence (AI)-based solutions in business processes has generated significant advancements in data processing and technological innovation (Aagaard & Tucci, 2024), being recognised as a technology with disruptive potential and broad applicability across most industries (Brynjolfsson & McAfee, 2017). This disruptive potential culminated with the recent development of Generative Artificial Intelligence (GenAI), predominantly associated with the launch of ChatGPT, which was based on the Generative Pre-trained Transformer (GPT-3) developed by OpenAI in 2022 (Wu et al., 2023). Thus, the emergence of GenAI contributes to shaping new horizons for innovation within the business environment, focusing particularly on increasing the level of product and service personalisation (Abrokwah-Larbi, 2023), a concept found in the specialised literature under the term hyper-personalisation (Peter et al., 2025; Rusiñol, 2023). Other applications relate to new product development (Piller et al., 2024), decision management (Zhang & Zhang, 2025), strategic agility (Fosso Wamba, 2025), and even the enhancement of organisations' capacity to contribute to the achievement of Sustainable Development Goals (Eisenreich et al., 2024).

This recent advancement of GenAI and the versatility of the technology in business process innovation are thus generating pressures on organisations trying to maintain their competitiveness and capture the associated benefits to improve business performance (Ye et al., 2024). However, recent studies highlight that many companies adopt GenAI-based solutions within an uncertain context, both because the technology is still in a 'ferment phase' (Mariani & Dwivedi, 2024) and due to the fact that research focused on GenAI's innovation capacity remains largely theoretical (Kanbach et al., 2023).

Although previous studies have provided valuable insights into the relationship between GenAI and business innovation, the methodological approaches employed by researchers often remain limited to theoretical frameworks, without moving beyond boundaries through more diverse and rigorous empirical explorations. Qualitative studies are frequently grounded in various theoretical frameworks or rely on practitioners' opinions at the national level or within a specific sector or organisation (Cimino et al., 2024; Ochieng et al., 2024; Russo, 2024; Wang & Zhang, 2024), while in qualitative research, most often based on interviews (Ferraro et al., 2024; Roberts & Candi, 2024; Talaei-Khoei et al., 2024) limitations arise concerning sample size and sampling strategies. Therefore, a research gap can be identified between the theoretical relationship of GenAI and business innovation and the concrete opportunities. Accordingly, the aim of the present study is to reduce this gap by identifying a framework of applications suitable for the business environment in innovating processes. To achieve this objective, the data source used consists of a set of GenAI-related patents focused on business opportunities, collected from the European Patent Office database, Espacenet. Thus, by employing this viable data source that enables researchers to capture innovative initiatives in the field of GenAI-based applications, the proposed research provides a valuable perspective on the dynamics of innovation in the current digital economy.

The present paper is structured into four sections. The first part analyses the relevant literature regarding the innovation capacity of GenAI solutions across various industries, followed by a description of the methodological framework. The third section presents the results of the analyses conducted and discusses the framework of opportunities developed based on the collected data. Finally, the conclusions, limitations, and future research directions are presented.

Literature review

Exploring the multifaceted impact of wielding GenAI solutions within organisational innovation processes, Kanbach et al. (2023) argue that this technology levels the playing field by providing access to expertise, technology, and resources, and manages to influence most business models due to its ability to combine creative thinking with factual knowledge. However, the innovation capacity of GenAI-based solutions appears to be closely linked to the expected level of trust and the type of model employed. In this context, Piller et al. (2024) propose a decision-making tool based on these factors, highlighting the existence of four categories: (1) general models with public data designed for generating new ideas that require a low degree of trust, associated with popular commercial applications; (2) expert models trained on domain-specific data, which have a relatively low level of trust; (3) expert models with distinct capabilities for solving technical problems such as engineering and design, which require a high degree of trust; and (4) general models with proprietary data for evaluation and planning. Thus, companies, depending on their organisational needs and the specificity of their activities, must pay particular attention to the various models in order to adequately meet innovation requirements.

The capacity of GenAI solutions to generate hyper-personalisation is applicable in numerous industries such as marketing, journalism, e-commerce, financial services, as well as healthcare and education (Furey et al., 2024; Møller et al., 2025; Rajenthran, 2024; Usmonov, 2025; Yusuf et al., 2024; Westerbeek, 2025). By adapting the content, products, or services to user preferences, an increase in customer loyalty, user experience, and optimisation of processes can be observed. From the perspective of applying GenAI-based solutions as an innovative tool in product development, recent studies emphasise their benefits in facilitating creative processes (Jetter et al., 2024), as well as in accelerating product development cycles and fostering innovation across most industries (Witkowski & Wodecki, 2025).

In addition to applications aimed at developing or improving products and services, GenAI can also make a significant contribution in decision-making processes and in the establishment of new strategies in the context of human–artificial intelligence collaborations. Thus, combining the core capabilities of GenAI with human expertise can enhance the accuracy and efficiency of the strategic decision-making process (López-Solís et al., 2025), particularly in the case of practitioners who demonstrate a strong orientation toward innovation and a high level of creativity (Cimino et al., 2024).

The connection between GenAI and green innovations aimed at supporting organisational initiatives for achieving Sustainable Development Goals also represents a subject of interest. Due to its ability to leverage large datasets in real time, GenAI enables organisations to anticipate future sustainability challenges and to optimise their resources in product development (Abdulmuhsin et al., 2025). At the same time, this technology can also be applied to the sustainable innovation of business models, both within production systems (Hou et al., 2025; Wang & Zhang, 2025) and in the services sector, where it can facilitate the development of sustainable practices (Huy et al., 2025).

Building on the insights provided by the relevant literature and taking into account the existing gap, the present study seeks to address the following research questions, with the aim of defining a framework of practical applications relevant to the business environment, based on a set of patents:

RQ1. *Which activities and industries predominantly use generative artificial intelligence applications* to contribute to the innovation of business processes?

RQ2. *What types of innovation are encouraged by GenAI technologies, as revealed by the analysed patents?*

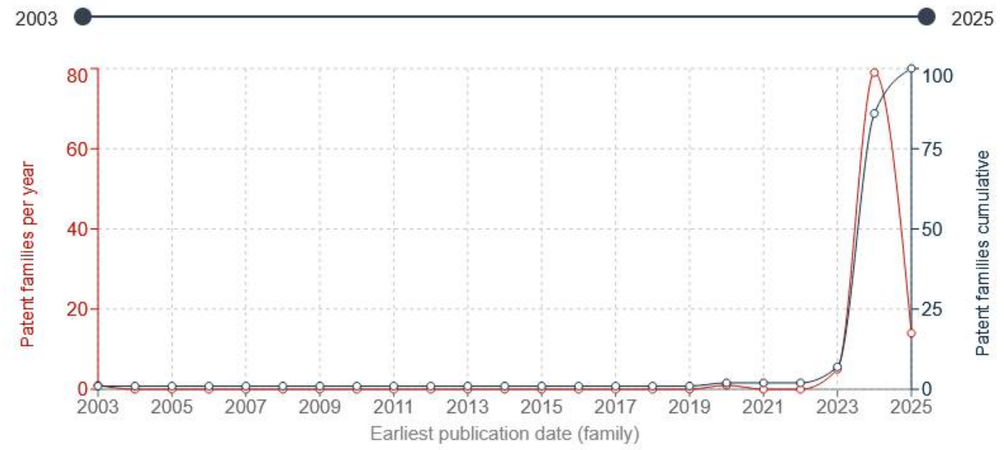
Research methodology

To address the proposed research questions, this study employs a mixed methodology combining quantitative data analysis techniques with qualitative content analysis of a GenAI patent dataset. Patents were selected as a source of data to examine industries in which this technology is applicable in innovation processes and to define a framework of applications suitable for the business environment because such data is a reliable source for analysing trends in various sectors and that inventions have an economic potential (Wustmans et al., 2021; Yuan & Cai, 2021).

The dataset was retrieved from the European Patent Office's (EPO) database – Espacenet, which contains patents from over 70 countries and is renowned for the volume of available data (Da Silva et al., 2024) and its classification system, which enhances data filtering capabilities. The data collection process firstly involved identifying inventions that included 'generative artificial intelligence' in the title or abstract. These were then narrowed down to patents classified under CPC G06Q, which refers to information and communication technologies and systems that are specifically adapted for administrative, commercial, financial, or supervisory purposes. The search, conducted on March 2nd 2025, yielded 100 results recorded between 2003 and 2025 (see **Figure no. 1**).

The data analysis process involved manually extracting the abstracts, descriptions, and claims of the inventions from the database and thoroughly examining them through close reading. This approach was used to exclude patents that only marginally used generative artificial intelligence. At this stage, two highly similar patents filed by the same company were excluded, as were those not aligned with the research objective. Furthermore, although an invention referring to a method for automated property assessment was published in 2003, it was excluded from the dataset as it fell outside the current definition of GenAI and was temporally inconsistent with the other patents analysed. Thus, the dataset used for this study comprised 96 items. A centralisation of the analysed inventions within the subgroups of category G06Q is presented in **Table no. 1**.

Figure no. 1. Annual patent publications



Source: Espacenet

Table no. 1. Patent classifications

Subcategory G06Q	Subcategory name	No. of patents
G06Q 10	Administration and management	25
G06Q 20	Payment architectures, schemes or protocols	7
G06Q 30	Commerce	37
G06Q 40	Finance, insurance, tax strategies, processing of corporate or income taxes	12
G06Q 50	Information and communication technology specially adapted for implementing business processes in specific sectors	20

Note: a patent may be allocated to more than one subcategory

Source: own processing

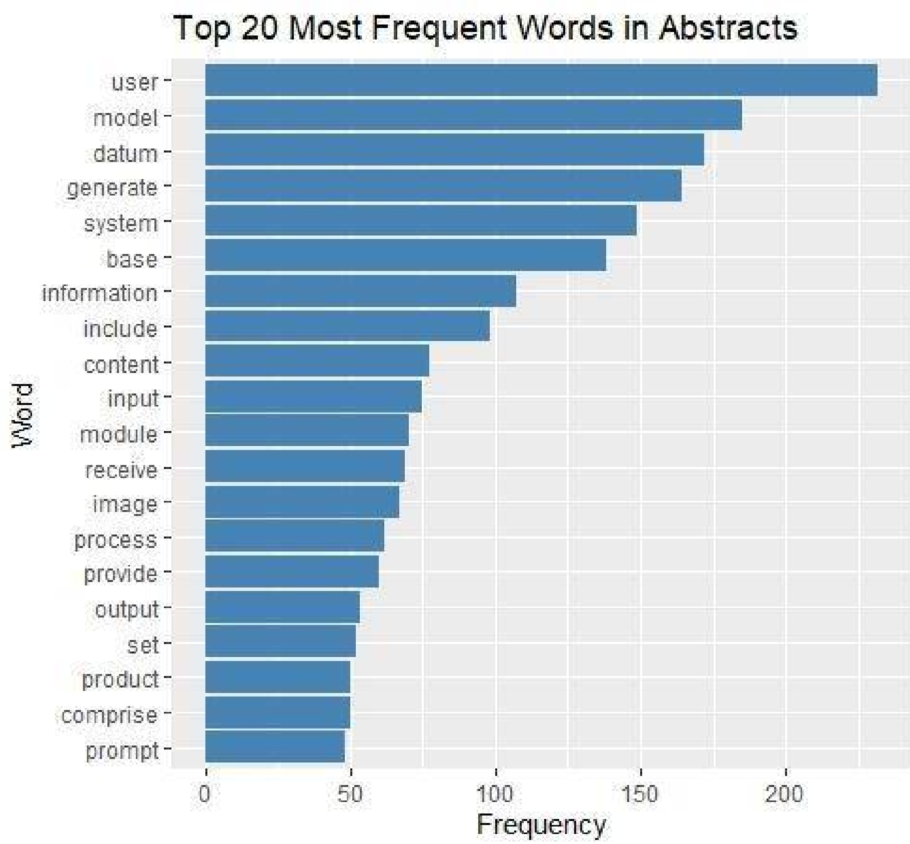
The first step in the data analysis process was to employ an automated technique in RStudio IDE (an integrated development environment for the R programming language) to quantitatively analyse information from patent abstracts, with the aid of various text-mining packages. This was followed by text preprocessing, which involved word tokenisation, removal of punctuation marks, automatic conversion of words to lowercase, elimination of stop words, and removal of domain-specific terms that could mask other relevant terms. These quantitative techniques were used to highlight unexpected topics that only emerge when co-occurrence patterns are examined. Additionally, a content analysis was conducted using the methodological approach proposed by Forman and Damschroder (2007) to enable an in-depth examination of the inventions for constructing the innovative applications framework.

Results

Automatic textual analysis

An initial text analysis involved identifying the most frequent keywords in the abstracts of the 96 analysed patents. As Figure no. 2 shows, the prevalence of the term 'user' suggests a strong focus on applications involving user interface, personalisation, and interaction management. Specific terms associated with GenAI-based solutions, such as 'model', 'generate', 'content', and 'prompt', also appear, highlighting the dataset's relevance to the research objective. Other technically relevant terms include 'datum', 'model', and 'system'. Surprisingly, the word 'image' appears frequently, indicating that a significant proportion of the analysed patents involve the preprocessing or generation of visual content. This reflects the growing popularity of multimodal models. Thus, this initial analysis confirms the existence of a solid foundation for identifying the main directions of innovation in the GenAI field.

Figure no. 2. Most frequent terms used in patent abstracts

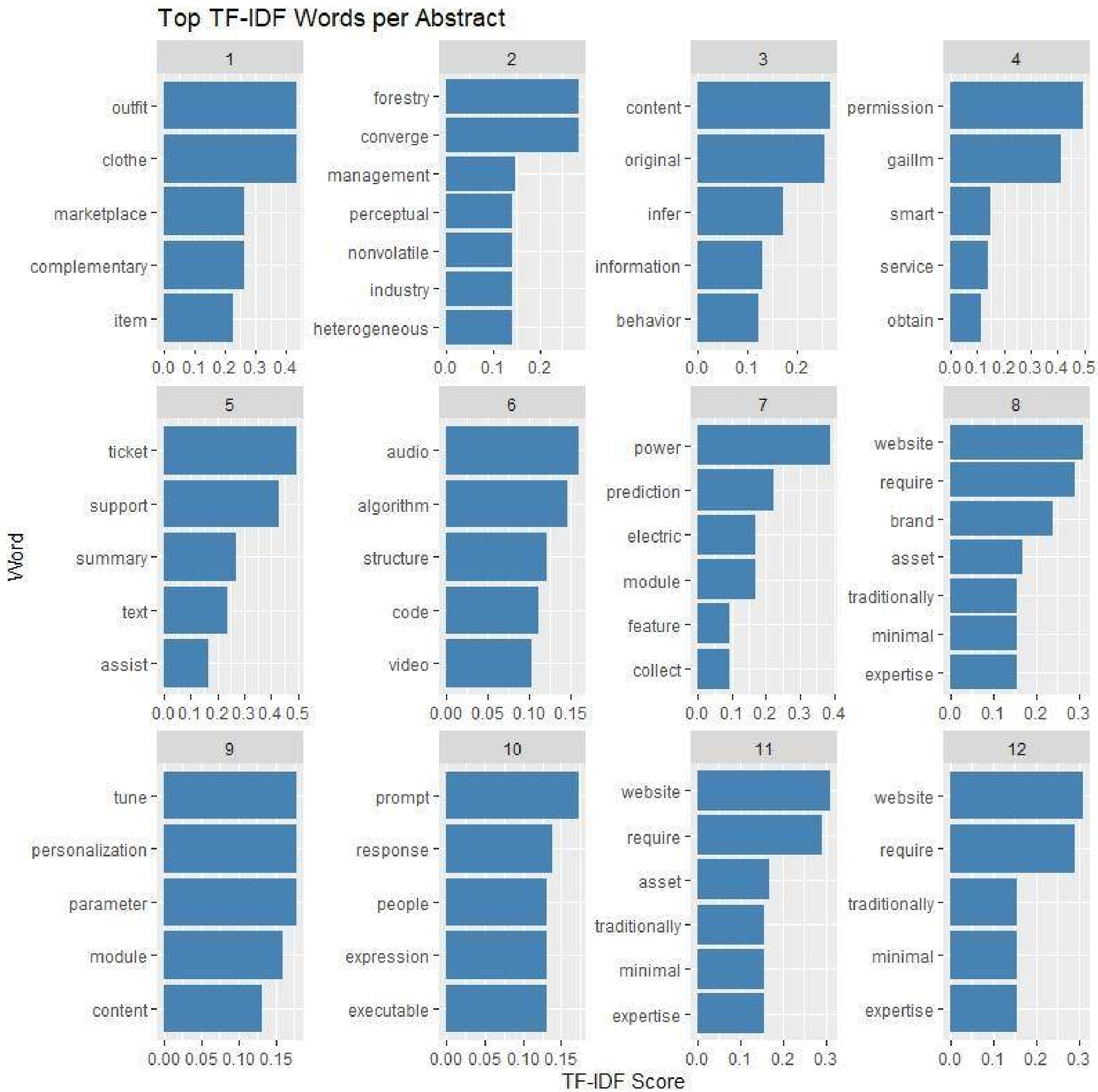


Source: own processing

In addition to the word frequency analysis, the TF-IDF (Term Frequency–Inverse Document Frequency) method was applied to identify highly relevant words within each abstract that occur less frequently in the rest of the corpus. This highlights the most representative terms for each invention. Due to the large number of patents analysed, this section only presents the results corresponding to the first 12 inventions (Figure no. 3) to showcase the diversity of topics. As can be observed, the terms extracted through the analysis vary significantly from one patent to another. This reflects the diversity of applications based on GenAI technology. For instance, the first invention includes terms such as 'outfit', 'clothe', and 'marketplace', indicating a clear focus on fashion and e-commerce, whereas the second patent highlights technical terms such as 'forestry' and 'nonvolatile', suggesting applications in industrial or resource management sectors. Other patents (such as 5 and 10) include terms such as 'ticket', 'support', 'assist', and 'prompt' and 'response', suggesting solutions focused on automated assistance, chatbots, or intelligent conversational systems. Meanwhile, patents 7 and 8, which include terms such as 'power', 'prediction', 'electric', and 'website', 'brand', and 'minimal', respectively, indicate directions of innovation in energy consumption prediction and the optimisation of digital platforms and user experience, respectively.

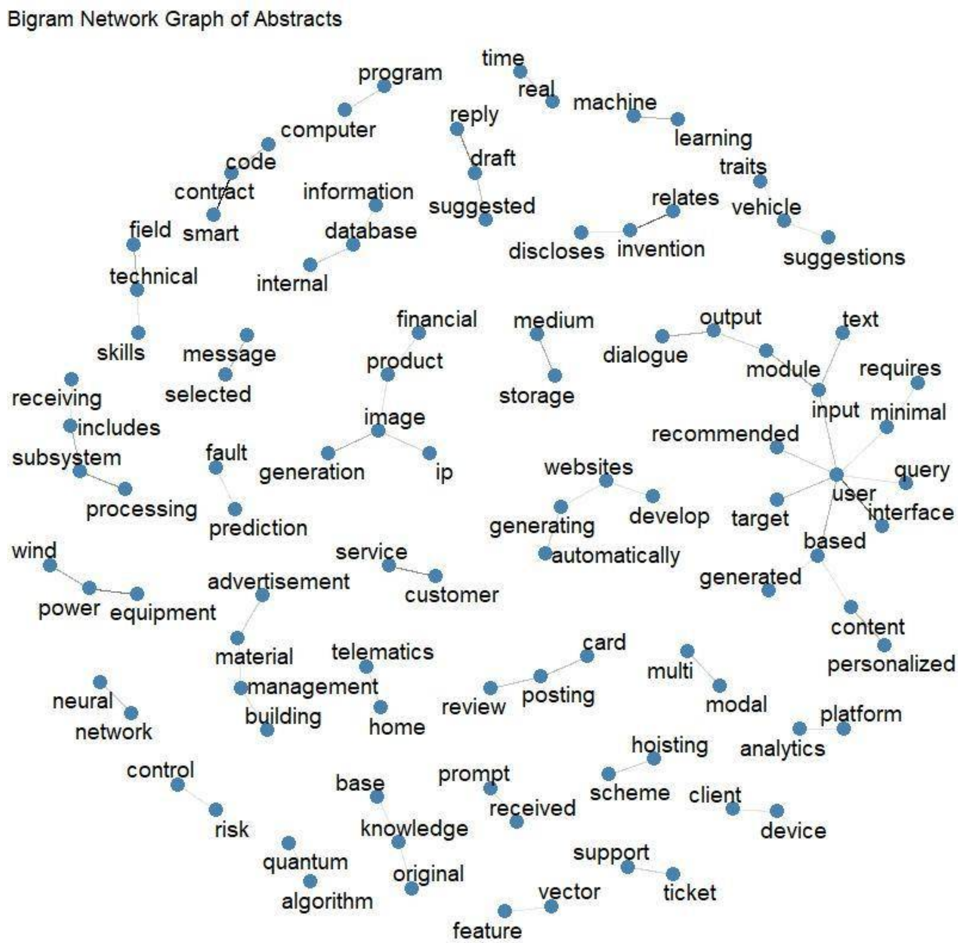
To complement the insights gained from the word frequency analysis and TF-IDF scores, a bigram network was constructed (**Figure no. 4**). This network highlights the direct associations between terms used in the abstracts. While TF-IDF identifies the most representative terms in each abstract, the bigram analysis enables a deeper examination of recurrent associations between words and the way in which concepts are naturally correlated within technical discourse. Thus, this approach helps to outline more complex thematic structures and improves our understanding of the contexts in which terms are used together.

Figure no. 3. TF-IDF analysis results for the first 12 patents in the dataset. Source: own processing



Source: own processing

Figure no. 4. Bigram network



Source: own processing

The cluster with the largest number of terms, identifiable in the central-right part of the figure, reflects a growing interest in the development of interactive interfaces and applications capable of generating personalised content. The presence of terms such as *minimal-requires-text-target* within this cluster points to the optimisation of the user experience. Other categories of applications that can be identified include automated webpage generation (*websites, generating, develop, automatically*), customer support (*reply-draft-suggested* and *support-ticket*), review management (*card-posting-review*), marketing across various industries (*advertisement-material-management-building*), as well as applications in the fintech sector (*financial-product-image-generation-ip*) and the energy sector (*wind-power-equipment*).

Content analysis

The content analysis involved identifying the main categories of GenAI-based applications that have the potential to increase the level of innovation within business processes. A centralisation of the patents dataset is presented in **Table no. 2**.

Although not very frequent within the dataset, applications in the field of personalised healthcare reflect an emerging trend of integrating GenAI into this domain. The identified patents relate to facilitating diagnosis based on imaging results and analysing sleep patterns, as well as to the development of conversational agents designed to answer users' questions. These inventions aim to improve the quality of medical care by providing personalised solutions.

Table no. 2. Centralisation of patents by categories and industries

Category	Associated industries	No. of patents
Personalised healthcare	Health	3
Intelligent automation and operational management	Robotics and industrial automation Logistics and supply chain Construction and heavy machinery Cybersecurity Legal compliance Data protection Risk management AI-assisted manufacturing	23
Personalised assisted education	Education	4
Fintech	Digital financial services Consulting Capital markets	11
Personalised content generation and user interaction	Digital marketing Customer relations Social media Tourism Entertainment	51
Natural and energy resource management	Energy Forestry	4

Source: own processing

The next category, 'intelligent automation and operational management', includes diverse applications related to data management, automated processing, access rights, data protection, automated webpage generation, and the adaptation and refinement of GenAI models. It also includes applications that automatically administer prompts used within the models and those aimed at reducing GenAI-specific and cybersecurity risks. One relevant example is a system designed to manage and mitigate risks associated with adversarial cyberattacks. These attacks attempt to manipulate GenAI-based solutions by exploiting vulnerabilities in the input data. Another example of a solution in this category is a GenAI-based voice system for the automated generation and transmission of requests, with applications in various processes both inside and outside organisations.

Patents classified under the personalised assisted education category describe solutions that adapt the learning experience to user needs, automate educational scenarios, and increase the efficiency of learning processes. These solutions are applicable to both formal group education and individualised learning at an organisational level. The four inventions are based on behavioural analysis, management of educational resources, creation of personalised scenarios, and facilitation of access to information. One relevant example applicable in an organisational context is a system designed to preserve knowledge associated with a specific user. This system collects and stores digital content with which the user has interacted in order to synthesise or reconstruct relevant information on a given subject. Thus, this invention supports the rapid documentation of knowledge and its efficient transfer within an organisation.

The set of inventions in the fintech category highlights a strong interest in applying GenAI to optimise financial and banking processes, automate investment decisions, and personalise customer relations. The proposed solutions cover a wide range of applications, from smart contract management to stock and financial asset predictions using multimodal models that integrate quantitative data. Other innovations focus on personalising financial products and marketing strategies based on behavioural analysis and adversarial networks or issuing investment instructions through conversational robots. A representative patent in this category describes a method of testing quantum algorithms in the financial and banking domain, which minimises the risk of data exposure during the training of algorithms while enabling the generation of simulated data with characteristics that are almost identical to real data.

The category with the highest number of identified patents is personalised content generation and user interaction, a result that is consistent with the relevant literature. Associated applications include personalised web content generation, monetisation of posts generated through GenAI solutions, increased customer retention, exposure to experiences such as digital tourism, personalisation of digital correspondence, search optimisation based on prior user interactions, and product personalisation. Many of these solutions integrate multimodal models, reflecting a growing interest in creating interactions that are as natural, engaging, and relevant as possible within the digital environment. The diversity and granularity of these applications demonstrate significant progress towards large-scale automated personalisation, with major potential applications in digital commerce, marketing, tourism, entertainment, and social networks. One relevant example of a method for increasing customer engagement with applicability across various industries is a virtual reality-based method that uses GenAI models to generate digital comics from real images and narrative scenarios.

The final category, dedicated to inventions related to the management of natural and energy resources, although comprising a relatively small number of items, demonstrates the potential of GenAI-based solutions to help achieve the Sustainable Development Goals. The four patents focus on: (1) a project management system in the forestry sector that integrates data from multiple sources for subsequent processing by a specialised platform; (2) a data model for an energy system that enables realistic electrical grid simulations and the generation of highly reliable predictions; (3) an intelligent GenAI-based resource allocation system for optimising electrical load distribution among network equipment; (4) a method for predicting wind power equipment failures.

Discussion

Through the research objective, the present study examined how GenAI technology is integrated into patented applications across various industries. The focus was on the taxonomy of the proposed solutions, the areas of application, and the emerging directions of innovation. In response to the first research question, the mixed methodological approach revealed that most of the proposed inventions are associated with the services sector, whereas production-oriented domains have received less attention. This outcome is primarily due to the patent search being limited to category G06Q, which predominantly refers to services. Nevertheless, some industries within the services sector are underrepresented, particularly those lacking a flexible, user-oriented framework. This is because most of the GenAI models available on the market are not yet suitable for industries such as accounting, taxation, and auditing. As highlighted by Piller et al. (2024), more complex models with a high level of trust are therefore required in certain fields. It can therefore be concluded that, while existing models may address activities in various domains to some extent, future applications must focus on specialised models that eliminate these constraints.

From the perspective of the applications framework that can be employed to enhance innovation in the business environment, it can be observed that the emphasis is placed on personalising digital or physical products and services. This confirms the findings of previous studies (Abrokwah-Larbi, 2023; Peter et al., 2025; Rusiñol, 2023) and is a key focus of both methodological approaches. The second category, in terms of the number of inventions allocated, intelligent automation and operational management, emphasises applicability in technical domains for process optimisation, as well as error and risk reduction. The use of coordinated multi-agent systems for task execution, alongside parameter modelling tools, suggests a trend towards integrating GenAI into complex, scalable architectures relevant to domains such as cybersecurity, data protection and industrial automation. Although the fintech category is presented separately due to its specificity, it is primarily focused on personalising financial services, although it also includes applications centred on economic predictions and automating financial services. The final categories, which have a smaller number of patents, suggest an early stage of implementation, possibly due to the need to use specific models capable of generating highly reliable content. However, as these models evolve, the implementation of applications aligned with these innovation directions is expected to accelerate.

Conclusions

The present study aimed to reduce the gap in the literature by improving the understanding of practical GenAI-based solutions that can enhance innovation in various operational and management processes within the business environment. Examining a set of 96 patents published between September 2023 and March 2nd, 2025, the research identifies the main industries in which GenAI inventions can drive innovation and proposes strategic directions targeting various domains, primarily in the services industry.

Automated textual analysis was used to identify the main themes and concepts within the dataset, complementing the content analysis of the patents data, which included the abstracts, descriptions, and claims. This combination enhanced the understanding of how the proposed solutions function and the specific problems they address through the use of GenAI applications. The proposed framework contains six categories of elements reflecting the main directions for integrating generative artificial intelligence technologies into business processes, offering an overview of strategic innovation directions. While the identified inventions primarily focused on the hyper-personalisation capabilities of GenAI, there was also an expansion towards other applications with a higher degree of operational complexity, indicating the technology's potential to transform organisational processes across multiple industries as models become more specific.

The empirical results of this study improve the understanding of the current state of the relationship between GenAI and business innovation. This lays the foundation for adopting new strategic directions at an organisational level within the context of the new technological paradigm. By focusing exclusively on patents, the results reflect both emerging areas in the process of commercialisation and consolidated application areas, which demonstrate a higher degree of maturity.

While the study's findings are relevant to researchers, the business environment and GenAI solution developers, they cannot be generalised without reservation. The study was based on inventions published on the Espacenet registry, which, while comprehensive, may not encompass all relevant innovation information associated with generative artificial intelligence. Other databases or national patent offices may include additional data or region-specific information. Furthermore, patent data does not refer to the successful commercial implementation of applications. Therefore, future research could also consider validating the commercial viability of these innovations.

References

1. Aagaard, A., & Tucci, C. (2024). AI-driven business model innovation: Pioneering new frontiers in value creation. In A. Aagaard (Ed.), *Business Model Innovation* (pp. 295–328). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-57511-2_10
2. Abdulmuhsin, A. A., Hussein, H. Dh., Ramo, R. M., Masa'deh, R., & Alkhwaldi, A. F. (2025). Artificial intelligence and green innovation. In A. Al-Marzouqi, S. Salloum, K. Shaalan, T. Gaber, & R. Masa'deh (Eds.), *Generative AI in Creative Industries* (Vol. 1208, pp. 593–604). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89175-5_37
3. Abrokwah-Larbi, K. (2023). The role of generative artificial intelligence (GAI) in customer personalisation (CP) development in SMEs: A theoretical framework and research propositions. *Industrial Artificial Intelligence*, *1*(1), 11. https://doi.org/10.1007/s44244-023-00012-4
4. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). The business of artificial intelligence. *Harvard Business Review*, 1, 1–31
5. Cimino, A., Felicetti, A. M., Corvello, V., Ndou, V., & Longo, F. (2024). Generative artificial intelligence (AI) tools in innovation management: A study on the appropriation of ChatGPT by innovation managers. *Management Decision*. https://doi.org/10.1108/MD-10-2023-1968
6. Crumbly, J., Pal, R., & Altay, N. (2025). A classification framework for generative artificial intelligence for social good. *Technovation*, *139*, 103129. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103129
7. Da Silva, R.R., Dias, T.M.R. and De Carvalho Segundo, W.L.R., 2024. Collection and integration of patent data for analysis and validation of Brazilian technical production. Mobile Networks and Applications. [online] https://doi.org/10.1007/s11036-023-02234-3.
8. Eisenreich, A., Just, J., Gimenez-Jimenez, D., & Füller, J. (2024). Revolution or inflated expectations? Exploring the impact of generative AI on ideation in a practical sustainability context. *Technovation*, *138*, 103123. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103123
9. Ferraro, C., Demsar, V., Sands, S., Restrepo, M., & Campbell, C. (2024). The paradoxes of generative AI-enabled customer service: A guide for managers.

Business Horizons, *67*(5), 549–559. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2024.04.013

10. Fosso Wamba, S., Queiroz, M. M., Randhawa, K., & Gupta, G. (2025). Generative artificial intelligence and the challenges to adding value ethically. *Technovation*, *144*, 103235. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2025.103235
11. Furey, P., Town, A., Sumera, K., & Webster, C. A. (2024). Approaches for integrating generative artificial intelligence in emergency healthcare education within higher education: A scoping review. *Critical Care Innovations*, *7*(2), 34–54. https://doi.org/10.32114/CCI.2024.7.2.34.54
12. Jetter, A. J., Agrawal, A., Hongchai, D. M., Weber, C. M., & Tao, Y. (2024). Training practitioners for real-time product development using generative artificial intelligence. *2024 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, 1–11. https://doi.org/10.23919/PICMET64035.2024.10653003
13. Kanbach, D. K., Heiduk, L., Blueher, G., Schreiter, M., & Lahmann, A. (2023). The GenAI is out of the bottle: generative artificial intelligence from a business model innovation perspective. *Review of Managerial Science*. https://doi.org/10.1007/s11846-023-00696-z
14. López-Solís, O., Luzuriaga-Jaramillo, A., Bedoya-Jara, M., Naranjo-Santamaría, J., Bonilla-Jurado, D., & Acosta-Vargas, P. (2025). Effect of generative artificial intelligence on strategic decision-making in entrepreneurial business initiatives: A systematic literature review. *Administrative Sciences*, *15*(2), 66. https://doi.org/10.3390/admsci15020066
15. Mariani, M., & Dwivedi, Y. K. (2024). Generative artificial intelligence in innovation management: A preview of future research developments. *Journal of Business Research, 175*, 114542. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114542
16. Møller, L. A., Cools, H., & Skovsgaard, M. (2025). One size fits some: How journalistic roles shape the adoption of generative AI. *Journalism Practice*, 1–22. https://doi.org/10.1080/17512786.2025.2484622
17. Ochieng, E. G., Ominde, D., & Zuofa, T. (2024). Potential application of generative artificial intelligence and machine learning algorithm in oil and gas sector: Benefits and future prospects. *Technology in Society*, *79*, 102710. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102710
18. Peter, R., Roshith, V., Lawrence, S., Mona, A. E., Narayanan, K. B., & Yusaira, F. (2025). Gen AI – Gen Z: Understanding Gen Z's emotional responses and brand experiences with Gen AI-driven, hyper-personalised advertising. *Frontiers in Communication*, *10*, 1554551. https://doi.org/10.3389/fcomm.2025.1554551
19. Piller, F. T., Srour, M., & Marion, T. J. (2024). Generative AI, innovation, and trust. *The Journal of Applied Behavioral Science*, *60*(4), 613–622. https://doi.org/10.1177/00218863241285033
20. Roberts, D. L., & Candi, M. (2024). Artificial intelligence and innovation management: Charting the evolving landscape. *Technovation*, *136*, 103081. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103081
21. Rusiñol, G. (2023). *Council post: navigating the future: the dynamics of hyper-personalisation and AI in customer experience*. Forbes. Available online at: https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2023/12/27/navigating-the-future-the-dynamics-of-hyper-personalization-and-ai-in-customer-experience/
22. Russo, D. (2024). Navigating the complexity of generative AI adoption in software engineering. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, *33*(5), 1–50. https://doi.org/10.1145/3652154
23. Talaei-Khoei, A., Yang, A. T., & Masialeti, M. (2024). How does incorporating ChatGPT within a firm reinforce agility-mediated performance? The moderating role of innovation infusion and firms' ethical identity. *Technovation*, *132*, 102975. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.102975
24. Wang, S., & Zhang, H. (2024). Green entrepreneurship success in the age of generative artificial intelligence: The interplay of technology adoption, knowledge management, and government support. *Technology in Society*, *79*, 102744. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102744
25. Wang, S., & Zhang, H. (2025). Leveraging generative artificial intelligence for sustainable business model innovation in production systems. *International Journal of Production Research*, 1–26. https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2485318
26. Westerbeek, H. (2025). Algorithmic fandom: How generative AI is reshaping sports marketing, fan engagement, and the integrity of sport. *Frontiers in Sports and Active Living*, *7*, 1597444. https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1597444
27. Witkowski, A., & Wodecki, A. (2025). Generative AI in the service of product management: How generative technologies innovate the product processes. In A. Crupi, L. Marinelli, & E. Cacciatore (Eds.), *The Generative AI Impact* (pp. 47–70). Emerald Publishing Limited. https://doi.org/10.1108/978-1-83549-105-820251003

28. Wu, T., He, S., Liu, J., Sun, S., Liu, K., Han, Q.-L., & Tang, Y. (2023). A brief overview of ChatGPT: The history, status quo and potential future development. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, *10*(5), 1122–1136. https://doi.org/10.1109/JAS.2023.123618
29. Wustmans, M., Haubold, T. and Bruens, B., 2021. Bridging trends and patents: combining different data sources for the evaluation of innovation fields in blockchain technology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, [online] 69(3), pp.825–837. https://doi.org/10.1109/tem.2020.3043478.
30. Ye, J., Wang, S., & Tsai, S.-B. (2024). Impact of generative AI on enterprise performance in China: Mediating role of managerial relationships. *Journal of Global Information Management*, *32*(1), 1–20. https://doi.org/10.4018/JGIM.347501
31. Yuan, X. and Cai, Y., 2021. Forecasting the development trend of low emission vehicle technologies: Based on patent data. *Technological Forecasting and Social Change*, [online] 166, p.120651. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120651.
32. Yusuf, A., Pervin, N., Román-González, M., & Noor, N. M. (2024). Generative AI in education and research: A systematic mapping review. *Review of Education*, *12*(2), e3489. https://doi.org/10.1002/rev3.3489
33. Zhang, C., & Zhang, H. (2025). The impact of generative AI on management innovation. *Journal of Industrial Information Integration*, *44*, 100767. https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100767.

Audit Financiar, XXIV, Nr. 1(181)/**2026**, *215-226*
ISSN on-line: 1844-8801

Analysis of the Effect of Environmental Sustainability Investment on Resource Efficiency

Researcher Vanessa M. NAKENG, Ph. D.,
School of Accountancy, University of Limpopo, South Africa, e-mail: vanessa.nakeng@ul.ac.za

Professor Collins C. NGWAKWE, Ph.D.,
Graduate School of Leadership, University of Limpopo, South Africa, e-mail: collins.ngwakwe@ul.ac.za

Abstract

Corporate environmental sustainability and accountability rank among leading factors in the agenda for many companies, given that they are compelled to report on it. Thus, companies make investments in activities that concern corporate sustainability to enforce compliance but make profits. Therefore, this study evaluated the effect of environmental investment on resource efficiency (water and energy consumption) of companies listed in the FTSE/JSE Responsible Investment Index. The study adopted quantitative method to generate secondary data. The secondary data was collected from annual integrated reports of companies. The secondary data was analysed through multiple regression statistics. Findings from this study indicate that environmental sustainability investment (renewable energy investment, water investment and recycling investment) negatively affected resource efficiency (water consumption and energy consumption). The study recommends that companies should intensify their investment in corporate sustainability to assist in environmental resource conservation.

Key words: *environment; accounting; sustainability; sustainability investment; renewable energy; recycling;*

JEL Classification: *Q56, Q8, M41, M42*

To cite this article:
Nakeng, V. M., Ngwakwe, C. C. (2026), Analysis of the Effect of Environmental Sustainability Investment on Resource Efficiency, *Audit Financiar*, vol. XXIV, no. 1(181)/2026, pp.215-226, DOI: 10.20869/AUDITF/2026/181/007

To link this article:
http://dx.doi.org/10.20869/AUDITF/2026/181/007
Received: 7.06.2025
Revised: 8.09.2025
Accepted: 19.01.2026

1. Introduction

Markets around the world are becoming progressively competitive. The increase in change is putting companies under exceptional pressure to not only succeed, but also sustain their success into the future where one of the drivers of change is sustainability (Hengst, Jarzabkowski, Hoegl & Muethel, 2020; Pedol, Biffi & Melzi, 2021). Currently, corporate sustainability investment refers to environmental and social investment (Jin, 2022).

Corporate sustainability investment is necessary for companies as it assists businesses to mitigate risks and create new opportunities whilst responding to environmental and social issues by being resource efficient (Esty, 2020). Resource efficiency presents opportunities for businesses to use its limited resources while at the same time minimizing the environmental impacts resulting from business activities (Schilirò, 2019). This constitutes a driving force for companies to limit and monitor their environmental activities, as highlighted in the Paris Agreement signed in 2016 (Tanaka, Boucher, Ciais, Johansson & Morfeldt, 2021). Growing global concerns in corporate sustainability investment have given rise to the constant review and investigation of business sustainability proxies such as environmental sustainability investment. This study will examine how corporate sustainability investment affects resource efficiency and profitability. Given that sustainability is fast becoming a competitive advantage, there is a growing need for corporate sustainability investment models; hence, in addition, this study will propose a model for corporate sustainability investment, resource efficiency and profitability. Research has shown that companies that implement and adopt targets of the Agenda 2030 Sustainable Development Goals are becoming sustainable and have shown improvement on corporate sustainability aspects such as environmental and social investments (Yu, Sial, Tran, Badulescu, Thu & Sehleanu, 2020).

Despite existing research around this area of study, this current paper is important because it fills a gap in existing research given that it focusses on companies listed in African stock market, namely the JSE SRI Indexed companies and adopts an enhancement to the existing models in the literature by combining three important environmental investments namely water investment, renewable energy investment and recycle investment to assess how their joint integration affects the level of water consumption an energy consumption within the study area of JSE SRI Index. Therefore, results from this research area contributes uniquely to the existing research by indicating new findings for practitioners and researchers which shows that water and energy consumption effects may be visualized more wholistically when gauged against three key environmental investments (which are water investment, renewable energy investment, and recycling investment). This is the first of such combined assessment of environmental investments on resources consumption using the JSE SRI companies from South Africa – hence a novel addition to the literature.

2. Literature Review

2.1. Theoretical framework

Stakeholder theory

The stakeholder theory is considered suitable for use in research on sustainability (Freeman, Phillips & Sisodia, 2020). Stakeholders are people who can affect companies' decisions and investments and can be categorised as internal and external stakeholders (Valentinov, Roth & Will, 2019). Wojewnik-Filipkowska, Dziadkiewicz, Dryl, Dryl and Bęben (2019) state that the crucial objective of the stakeholder theory is for corporates to meet their needs, whether economic, environmental or social, in addition to profit maximisation. The theory asserts that companies are social institutions with a fiduciary responsibility to its stakeholders, including maintaining the environment (Waheed & Zhang, 2020; Bischoff, 2021). Additionally, meeting the economic expectations of stakeholders is mostly anchored through corporate environmental and social responsibilities (Boakye, Tingbani, Ahinful & Nsor-Ambala, 2021). The influence of the stakeholder leads to the maximisation of profit and assists with sustainability while keeping the environment friendly. The embracement of a range of information and a value-based decision-making approach is designed to tackle the complex and dynamic nature of sustainability-related challenges confronting companies (Schaltegger, Hörisch & Freeman, 2019).

Agency theory

The agency theory posits that stakeholders of companies should align themselves with the strategies of corporate boards (Bătae, Dragomir & Feleagă, 2021). Stakeholder expectations should balance the strategy of companies for the sake of corporation growth (Dionisio & de Vargas, 2022). Companies with good corporate boards allow for investments that enhance profitability and reduce agency issues (Aksar, Hassan, Kayani, Khan & Ahmed, 2022). Additionally, the reduction of agency problems can be brought by the alignment of corporate value and corporate governance (Dong, Xiang, Zhang, Zhao & Tang, 2022). The adoption of the agency theory assists with internal controls such as good relationships among employees. Management in companies should do what is best for companies while maintaining good relations with other stakeholders to monitor companies' profitability and efficiency.

Reinforcement theory

The reinforcement theory deals with the behaviour and reactions of individuals as a function of consequences (Hardiyanti, 2022). Individuals prefer to engage in activities or behaviours that they are rewarded for. For example, as investors who invest in companies to get greater rewards (Hardiyanti, 2022). Companies' dedication to corporate sustainability investments may result in benefits that help them keep their profitability. The focus of reinforcement theory is on the environmental elements that influence behaviour (Nwachukwu & Worlu, 2023). Good corporate behaviour by companies attracts investors through their outcomes on profitability, which is the reward they get (Daugaard & Ding, 2022).

2.2. Review of empirical literature

Internationally, energy demand has increased due to the state of economic development in such countries while the usage of energy resources is limited leading to increased environmental sustainability investments since energy is causing some effects on the global warming. With the increase in demand of energy come the increase in consumption of energy led to most companies getting involved in promoting energy saving ways through their environmental sustainability and social sustainability engagements. The environmental issues and global climate are some of the major reasons for the sudden surge in environmental investment and energy efficiency hence they promotion of energy efficiency in many companies. The accomplishment of the Agenda 2030 Sustainable Development Goals involves efforts by companies and society concerning environmental protection, the enhancement of technology, and increasing energy efficiency (Steblyanskaya, Wang, Martynov, Mingye, Artykhov, Wang, Bocharnikov & Kiselik, 2021). Awan, Arnold and Gölgeci (2021) revealed that knowledge of investment in the environment by many companies can assist with environmental challenges and can advance resource efficiency of companies and profitability. Some companies are working towards preventing pollution, thereby exploring new opportunities to promote sustainability practices and adopting new environmental solutions that enhance profitability.

For instance, Bătae, Dragomir and Feleagă (2021), Chang, Liang and Liu (2021) and Liu, Zhao, Zhang and Zhou (2022) found that environmental investment has an impact on resource efficiency. Bătae *et al.* (2021) find a positive relationship between environmental innovation and environmental emissions (environmental investment) and water usage, energy usage, (resource efficiency). Liu *et al.* (2022) find a positive relationship between green investment, carbon dioxide emissions (environmental investment), wastewater (resource efficiency). Conversely, Chang *et al.* (2021) find a negative relationship between renewable energy (environmental investment) and use of energy (resource efficiency). The three authors differ on the direction of the impact of environmental investment on resource efficiency and profitability, yet they concur that environmental investment has an impact on resource efficiency. Bătae *et al.* (2021) sampled 104 companies and used the quantitative research approach, and Liu *et al.* (2022) sampled 113 companies and used the same research approach. Both Bătae *et al.* (2021) and Liu *et al.* (2022) used regression model analysis. Chang *et al.* (2021) sampled 145 companies, used a quantitative research approach and stochastic frontier analysis. Furthermore, the differences in the sample size and research analysis may have led to the differences in the direction of environmental investment on resource efficiency. Additionally, in their research, Wang, Li and Zhang (2021) and Zhang and Xie (2022) propose that investment in greenness has a role on the consumption of natural resources such as energy and water. Wang, Li and Zhang (2021) indicate that there is a positive relationship between investment in greenness (environmental investment) on energy usage (resource efficiency). Wang, Li and Zhang (2021) sampled 38 companies from three industries in one country for five years on regression model. Furthermore, Aldieri, Makkonen and Vinci, (2022) found a positive relationship between environmental sustainability investment and resource efficiency. They used regression model with from European countries from 2002 to 2017.

Recent literature is growing in breadth and length on diverse aspects of environmental investment and resource efficiency; some researchers have expanded the discussion and evaluate the effect of green bond investment on environmental resource efficiency (Cheng et al, 2024), yet others assess the role of investment in green jobs on environmental resource efficiency (de Andrade et al, 2025).

Current empirical research findings by Suárez-Fernández, Zapico and Boto-García (2025) concludes that investment in water sustainability has a dual effect on water consumption. Using data from a panel of 361 companies in Colombia, Suárez-Fernández et al (2025) found that on the one hand, environmental investment for environmental training on corporate staff and investment in environmental related research and development has no positive effect on achievement of water reduction. On the other hand, they found that investment in environmental technology efficient devices may increase water consumption. Other researchers allude to positive or negative effects of environmental technology investment on environmental sustainability.

Therefore, this paper presents the first hypothesis as follows:

H1: Corporate environmental investment affects water consumption

In regards to how environmental investment affects energy consumption, a group of researchers namely Wu, Wen, Li, Yin and Zhang (2024) examined the impact of environmental investment around digital technology on green total-factor energy efficiency. By utilizing the super-efficiency SBM model in their analysis, they found that investment in digital finance has a significant impact on energy efficiency. However, they found that excessive reliance on labour intensive manufacturing processes may not beneficial for energy efficiency (Wu et al, 2024).

Therefore, this paper presents the second hypothesis as follows:

H2: Corporate environmental investment affects energy consumption.

3. Research methodology

The positivist paradigm was used in the study since it evaluated the relationship between quantitative variables, which were measured statistically. This study made use of the information on sustainability from companies listed on the JSE because it offers efficient, safe primary and secondary capital markets for various securities, backed by regulatory and post-trade services. The researcher used 24 performing FTSE/JSE Responsible Investment Index companies as indicated by JSE. Secondary data were collected on the research variables (water consumption, investment in renewable energy, water investment, recycling investment and market capitalisation) over a period of five years from the 2 companies. A panel data approach resulted to 120 observations (which is 24 companies examined over five years each).

In developing the regression model, the authors were guided by related previous research model by Aldieri, Makkonen and Vinci (2022), which adopted the regression model in their analysis. Furthermore, in a research on environmental investment and renewable energy by Emmanuel et al (2024), water consumption, waste management and renewable energy were key variables. In the same vein, market capitalization and renewable energy were key variables (Osabohien et al, 2025). All these related researchers applied related regression model. Hence this current paper followed and built upon the past research.

Therefore, the study adopts the below stated models, which tests the two hypotheses. Model 1 tests the hypothesis 1, and Model 2 tests the hypothesis 2.

Hypothesis 1

H1: Corporate environmental investment affects water consumption

Model 1:

$$WATECO_{it} = \\ =\alpha_i + \beta_1\ \mathrm{INVIRE}_{it} + \beta_2\ \mathrm{WATINV}_{it} + \\ +\beta_3\ \mathrm{RECINV}_{it} + \beta_4\ \mathrm{MKTCAP}_{it} + \varepsilon_{it} \ldots\ldots(1)$$

Hypothesis 2

H2: Corporate environmental investment affects energy consumption

Model 2:

$$ENERCO_{it} = \\ =\alpha_i + \beta_1\ \mathrm{INVIRE}_{it} + \beta_2\ \mathrm{WATINV}_{it} + \\ +\beta_3\ \mathrm{RECINV}_{it} + \beta_4\ \mathrm{MKTCAP}_{it} + \varepsilon_{it} \ldots\ldots(2)$$

Where:

$WATECO$ is water consumption, $ENERCO$ is the energy consumption, $INVIRE$ is investment in renewable energy, WATINV is the water investment, $RECINV$ stand for recycling investment and MKTCAP stands for market capitalisation $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ and β_4 are model parameters while α denotes intercept which is the value that the water consumption and energy consumption will take if all explanatory variables take the value of zero. Moreover, ε_{it} signifies the disturbance error term. The disturbance error term account for the effect of other unaccounted variables that have a direct or indirect economic relationship with water consumption and energy consumption.

4. Empirical results and discussion

This section presents empirical findings. Table no. 1 indicates the descriptive statistics for Model 1 where the observations are 120, and all the variables are continuous. Water consumption (dependent variable) has an average of 12.21, a minimum of 7.00, and a maximum of 18.41. The renewable energy investment (independent variable) has an average of 9.94 with a minimum value of 0.69 and a maximum of 16.40. The mean water investment (independent variable) is 11.76, the minimum value is 10.90, and the maximum value is 12.79. Recycling investment (independent variable) has an average value of 11.06, the minimum is 10.53, and the maximum is 11.40. The market capitalisation (control variable) is 18.08, the minimum is 17.83, and the maximum is 18.50.

Correlations analysis for Model 1

The correlation analysis of water consumption as a dependent variable and independent variables investment in renewable energy, water investment, recycling investment and control variable market capitalisation is presented in Table no. 2. The current study suggests that water consumption and renewable energy investment (r = 0.25) are positively correlated. Water consumption (r = 0.012) is likely to positively correlate with recycling investment. While water consumption and water investment (r = -0.027) are negatively correlated. Additionally, water consumption and market capitalisation (r = -0.013) are negatively correlated. The next paragraph discusses the cross-sectional dependence for Model 1.

Table no. 1. Descriptive Statistics for Model 1

Variable	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Water consumption	120	12.206	2.626	6.999	18.405
Investment in Renewable energy	120	9.938	3.135	0.693	16.402
Water investment	120	11.755	0.61	10.898	12.792
Recycling investment	120	11.056	0.3	10.525	11.396
Market capitalisation	120	18.082	0.233	17.827	18.503

Note: All variables are log (logarithm)

Source: Stata outcomes

Table no. 2. Matrix of correlations for Model 1

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) Water consumption	1.000				
(2) Investment in Renewable energy	0.247	1.000			
(3) Water investment	-0.027	-0.012	1.000		
(4) Recycling investment	0.012	0.009	-0.588	1.000	
(5) Market capitalisation	-0.013	-0.021	0.045	0.225	1.000

Source: Stata outcomes

Multicollinearity test for Model 1

Table no. 3 presents variance inflationary factors (VIF) analysis. When it comes to the variance inflationary factors (VIF), the general guideline is that the VIF cannot be greater than 10. If not, there is a chance that the model will exhibit collinearity. The VIF mean is 1.350 indicating that it is unlikely that multicollinearity in the estimation will affect the analysis since it is less than 10.

Test of normality for Model 1

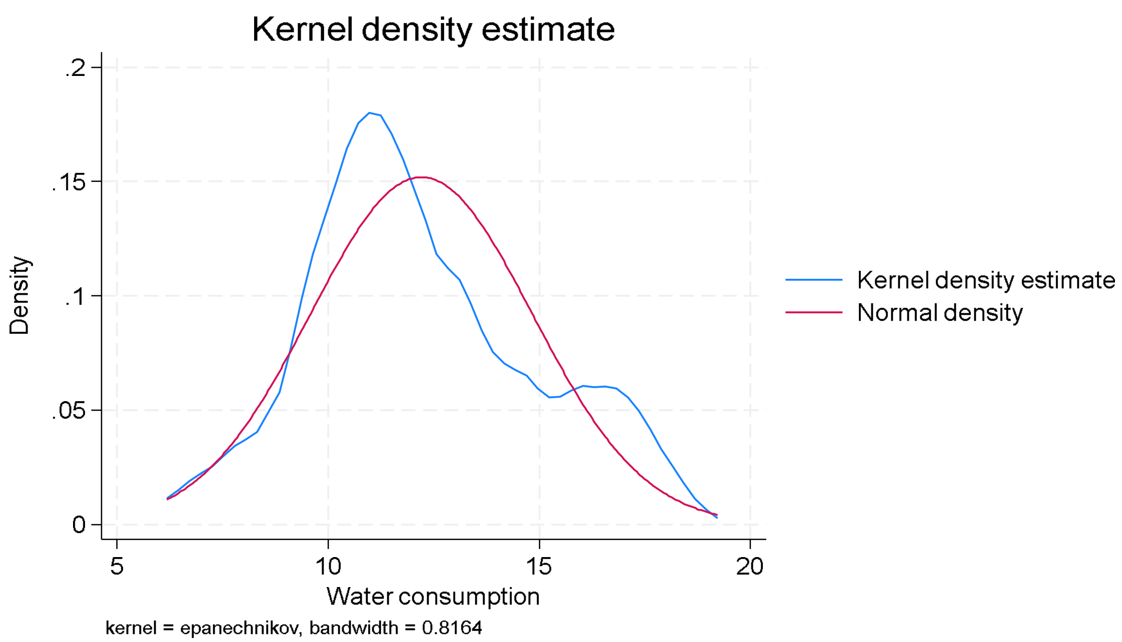
Figure no. 1 denotes the test and results of normality using the Epanechnikov kernel density estimates for Model 1. The dataset kernel density is smooth and symmetrical, which implies that they are normally distributed. The Epanechnikov bandwidth is relatively low, at 0.82.

Table no. 3. Variance inflation factor for Model 1

Variables	VIF	1/VIF
Recycling investment	1.690	0.591
Water investment	1.610	0.622
Market capitalisation	1.110	0.901
Investment in Renewable energy	1.000	0.999
	1.350	

Source: Stata outcomes

Figure no. 1. Kernel density of Model 1



Source: Stata outcomes

Interpretation for Model 1 feasible generalised least squares and panel corrected standard error results

Table no. 4 presents the results for feasible generalised least squares for Model 1. The feasible generalised least squares control for heteroscedasticity, serial correlation and cointegration to accomplish the validity of the results (Adeleye, Akam, Inuwa, James & Basila, 2023). While panel corrected standard error controls for the existence of cross-sectional dependence, robustness check and observation of the consistency of results (Adeleye, Bengana, Boukhelkhal, Shafiq & Abdulkareem, 2022; Alferez, Bagtasos, Chio, Payot, Laygan, Abing, Capulong & Teves, 2024). Therefore, the study employed Feasible Generalised Least Squares (FGLS) to discuss the results of the study. Table no. 4 column (1) presents the estimation based on FGLS and revealed an impact of water consumption as a dependent variable and independent variables investment in renewable energy, water investment, recycling investment and control variable market capitalisation. The results indicate that investment in renewable energy has an insignificant positive impact on water consumption. While water investment and market capitalisation have insignificant negative impacts on water consumption. Recycling investment has significant negative impacts on water consumption.

In column (2), panel corrected standard error estimator. The results indicate that investment in renewable energy has an insignificant positive impact on water consumption. While water investment and market capitalisation have insignificant negative impacts on water consumption. Recycling investment has significant negative impacts on water consumption.

The results in Table no. 4 for Model 1 revealed that investment in renewable energy was positive and insignificant predictor of water consumption. On the other hand, water investment and market capitalisation were inversely related to water consumption, and they are insignificant predictors. Recycling investment indicated a negative significant relationship to water consumption. Based on the results, three out of four of the proxies of environmental investment were negative predictors of water consumption. Thus, based on dominance it is concluded that environmental investment is negatively related to water consumption. These findings are in line with those of Bătae et al. (2021) where they established a positive relationship between environmental innovation and environmental emissions (environmental investment) and water usage. However, the results of the study are contrary to Bătae et al. (2021) with respect to the impact of water investment, recycling investment and market capitalisation on water consumption. Additionally, Zhao and Rasoulinezhad (2023) found a negative relationship between environmental investment and resource efficiency.

Table no. 4. Feasible generalised least squares and panel corrected standard error for Model 1

Variables	(1) Main results FGLS Water consumption	Z	(2) PCSE Water consumption
Investment in Renewable energy	0.206*	2.78	0.206*
	(0.0741)		(0.0350)
Water investment	-0.109*	-0.23	-0.109*
	(0.483)		(0.175)
Recycling investment	-0.0302**	-0.03	-0.0302**
	(1.007)		(0.367)
Market capitalisation	-0.0694*	-0.07	-0.0694*
	(1.051)		(0.384)
Constant	13.03	0.64	13.03*
	(20.40)		(7.449)
Observations	120		120
R-squared			0.062
Number of Code	24		24

*Standard errors in parentheses: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1; Feasible Generalised Least Squares (FGLS) and the Panel Corrected Standard Error (PCSE)*

Source: Stata outcomes

The descriptive statistics for Model 2 are displayed in Table no. 5, the aforementioned variables along with the mean, standard deviation, minimum and maximum values, and the number of observations. The study has a strongly balanced panel, the observations are 96 and all the variables are continuous. Energy consumption has an average of -0.023, the minimum is -7.42 and the maximum is 3.201. Renewable energy investment has an average of 0.044 with a minimum value of -8.72 and a maximum of 3.797. The mean of water investment is -0.17, with a minimum value of -1.097 and a maximum value is 1.213. Recycling investment has an average value of -0.01, the minimum is -0.539 and the maximum value is 11.40. The market capitalisation is 18.08, the minimum is 17.83 and the maximum is 0.87. The energy consumption has an average of 0.033, with a minimum value is -0.68 and a maximum value is 0.402.

Table no. 5. Descriptive Statistics for Model 2

Variables	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Energy consumption	96	-0.023	1.127	-7.423	3.201
Investment in Renewable energy	96	0.044	1.528	-8.718	3.797
Water investment	96	-0.17	0.927	-1.097	1.213
Recycling investment	96	-0.01	0.533	-0.539	0.871
Market capitalisation	96	0.033	0.42	-0.676	0.402

Note: All variables are log (logarithm)

Source: Stata outcomes

Correlations analysis for Model 2

The correlation analysis of dependent variable energy consumption and independent variables investment in renewable energy, water investment, recycling investment and control variable market capitalisation is presented in Table no. 6. The current study suggests that energy consumption and renewable energy investment (r = 0.023) are positively correlated. Energy consumption (r = 0.054) is likely to have a positive correlation with recycling investment. While energy consumption and water investment (r = -0.22) are negatively correlated. Also, energy consumption and market capitalisation (r = -0.028) are negatively correlated.

Table no. 6. Matrix of correlations for Model 2

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) Energy consumption	1.000				
(2) Investment in Renewable energy	0.023	1.000			
(3) Water investment	0.054	0.034	1.000		
(4) Recycling investment	-0.216	-0.012	-0.717	1.000	
(5) Market capitalisation	-0.028	-0.086	-0.316	0.319	1.000

Source: Stata outcomes

Multicollinearity test

Table no. 7 presents a variance inflationary factors (VIF) analysis. According to standard guidelines, the variance inflationary factors (VIF) cannot be higher than 10. Otherwise, the model can show signs of collinearity. The data does not exhibit multicollinearity, as indicated by the mean VIF of 1.590, which is less than 10.

Table no. 7. Variance inflationary factor for Model 2

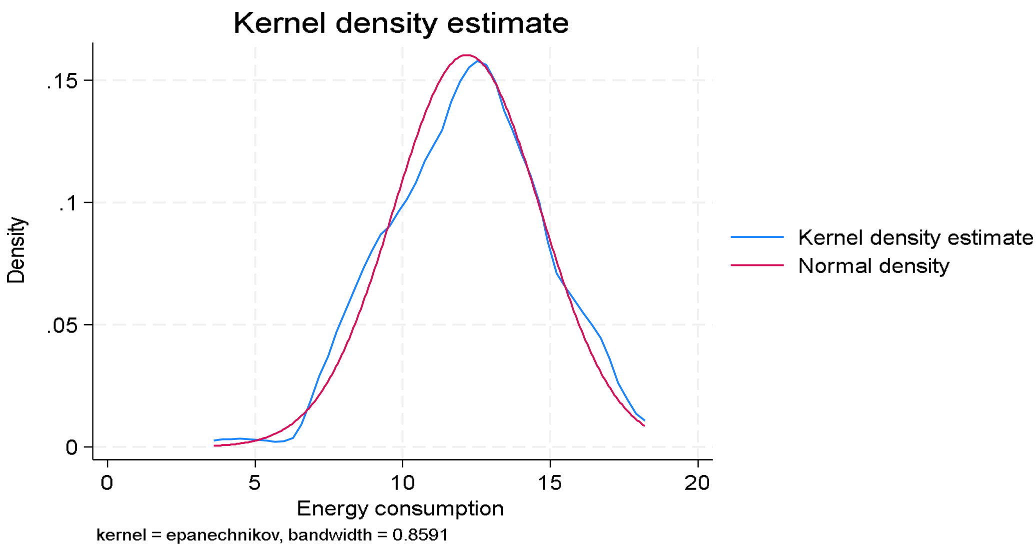
	VIF	1/VIF
Recycling investment	2.100	0.475
Water investment	2.100	0.477
Investment in Renewable energy	1.140	0.876
Market capitalisation	1.010	0.992
Mean VIF	1.590	

Source: Stata outcomes

Test of normality

Figure no. 2 presents the test of normality using the Epanechnikov kernel density estimates of Model 2. It is implied that data is normally distributed by the smooth and symmetric kernel density of the dataset. At 0.86, the Epanechnikov bandwidth is comparatively small.

Figure no. 2. Kernel density of Model 2



Source: Stata outcomes

Interpretation for Model 2 FGLS and PCSE results

The results for Model 2's FGLS and PCSE are shown in **Table no. 8**. Due to the panel data's heteroscedasticity, which indicates that the study's findings are biased and untrustworthy unless the heteroscedasticity problem is fixed, these regressions were used. To ensure the validity of the findings, the feasible generalised least squares method accounts for cointegration, serial correlation, and heteroscedasticity (Adeleye et al., 2023). The presence of cross-sectional dependence is checked for by panel corrected standard error, and the consistency of the results is observed (Adeleye et al., 2022; Alferez, 2024). **Table no. 8** column (1) presents the results of feasible generalised least squares. They show that investment in renewable energy has a significant positive impact on energy consumption while water investment and market capitalisation have an insignificant negative impact on energy consumption. However, recycling investment has a significant positive impact on energy consumption.

Column (2) presents the panel corrected standard error estimator. The results show that investment in renewable energy has a significant positive impact on energy consumption. While water investment, recycling investment and market capitalisation have an insignificant positive impact on energy consumption.

The results for Model 2 in **Table no. 8** revealed that investment in renewable energy has an insignificant positive impact on energy consumption. Water investment and recycling investment have insignificant negative impacts on energy consumption. However, market capitalisation has an insignificant positive impact on energy consumption. The findings indicate that two of the four environmental investment variables are negatively correlated with energy consumption. Therefore, it may be inferred from dominance that there is a negative correlation between environmental investment and energy consumption based on model FGLS and PCSE tests.

The findings are consistent with those of Chang et al. (2021), who find a negative relationship between renewable energy (environmental investment) and use of energy (resource efficiency). Zhang, Liu, Zhang and Ma (2023) found a positive relationship between environmental investment and resource efficiency. According to Adomako, Simms, Vazquez-Brust & Nguyen, (2023), the stakeholder theory suggests that being environmentally conscious enables for the development of innovative, resource-efficient, and environmentally friendly practices. Tan, Kasiveloo and Abdullah, (2022) suggest that a great number of individuals want to invest in companies that are involved in sustainability by maintaining a clean environment through their environmental initiatives. The findings are in contrast with the stakeholder theory since there is an indication that environmental investment is not related to the resource efficiency while the theory is in support of satisfaction of stakeholder needs. According to the theory, companies are social institutions that have a duty to their stakeholders, which includes protecting the environment (Waheed & Zhang, 2020; Bischoff, 2021). Stakeholder pressure, according to agency theory, may lead companies to partially disregard social or environmental regulations, which could hinder their ability to use resources efficiently (Adomako, Simms, Vazquez-Brust & Nguyen, 2023).

Table no. 8. Feasible generalised least squares and the panel corrected standard error for Model 2

Variables	(1) Main results FGLS Energy consumption	z	(2) PCSE Energy consumption
Investment in Renewable energy	0.0204	0.28	0.0204
	(0.0729)		(0.0775)
Water investment	-0.249	-1.43	-0.249***
	(0.173)		(0.00467)
Recycling investment	-0.784***	-2.60	-0.784***
	(0.302)		(0.00941)
Market capitalisation	0.0767	-0.27	0.0767***
	(0.283)		(0.0249)
Constant	-0.0763	0.66	-0.0763***
	(0.115)		(0.00509)
Observations	96		96
R-squared			0.069
Number of Code	24		24

*Standard errors in parentheses: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1; Feasible Generalised Least Squares (FGLS) and the Panel Corrected Standard Error (PCSE)*

Source: Stata outcomes

Conclusion

The aim of the study was to determine the relationship between corporate environmental investment and resource efficiency. The study had two models. The variables for Model 1 were as follows: dependent variable water consumption (for resource efficiency) and independent variables investment in renewable energy, water investment, and recycling investment with control variable market capitalisation. Model 2 had the following variables: dependent variable energy consumption, independent variables and independent variables investment in renewable energy, water investment, and recycling investment with control variable market capitalisation.

The results of the study indicated a negative relationship between corporate environmental investment and resource efficiency. This suggests that the economy would suffer greatly if corporate environmental investments were not made, since there would be significant environmental harm, such as pollution, which would exacerbate climate change. As a result, businesses' resource efficiency would be poorly maintained, and environmental harm would negatively impact the environment in which they operate. Companies used in this study can consider obtaining environmental literacy and keeping up with regulatory developments to help them in their future interactions with resource efficiency and environmental investment. The future research should focus on a larger sample and include other environmental investments not used in this study. According to the findings of the study, it is recommended that the companies look into other environmental investments such as investments related to renewable energy as most companies are going green this would help with boosting resource efficiency.

Bibliography

1. Adeleye, B.N., Akam, D., Inuwa, N., James, H.T. and Basila, D., 2023. Does globalization and energy usage influence carbon emissions in South Asia? An empirical revisit of the debate. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(13), pp.36190-36207.
2. Adeleye, B.N., Bengana, I., Boukhelkhal, A., Shafiq, M.M. and Abdulkareem, H.K., 2022. Does human capital tilt the population-economic growth dynamics? Evidence from Middle East and North African countries. *Social Indicators Research*, *162*(2), pp.863-883.
3. Adomako, S., Simms, C., Vazquez-Brust, D. and Nguyen, H.T., 2023. Stakeholder green pressure and new product performance in emerging countries: a cross-country study. *British Journal of Management, 34*(1), pp.299-320.
4. Aldieri, L., Makkonen, T. and Vinci, C.P., 2022. Do research and development and environmental knowledge spillovers facilitate meeting sustainable development goals for resource efficiency? *Resources Policy*, *76*, p.102603.
5. Aksar, M., Hassan, S., Kayani, M., Khan, S. and Ahmed, T., 2022. Cash holding and investment efficiency nexus for financially distressed firms: The moderating role of corporate governance. *Management Science Letters*, *12*(1), pp.67-74.
6. Awan, U., Arnold, M.G. and Gölgeci, I., 2021. Enhancing green product and process innovation: Towards an integrative framework of knowledge acquisition and environmental investment. *Business Strategy and the Environment*, *30*(2), pp.1283-1295.
7. Bătae, O.M., Dragomir, V.D. and Feleagă, L., 2021. The relationship between environmental, social, and financial performance in the banking sector: A European study. *Journal of Cleaner Production*, *290*, pp.125-791.
8. Bischoff, K., 2021. A study on the perceived strength of sustainable entrepreneurial ecosystems on the dimensions of stakeholder theory and culture. *Small Business Economics*, *56*(3), pp.121-1140.
9. Boakye, D.J., Tingbani, I., Ahinful, G.S. and Nsor-Ambala, R., 2021. The relationship between environmental management performance and financial performance of firms listed in the Alternative Investment Market (AIM) in the UK. *Journal of Cleaner Production*, 278, pp.1-16.
10. Chang, H.Y., Liang, L.W. & Liu, Y.L., 2021. Using environmental, social, governance (esg) and financial indicators to measure bank cost efficiency in Asia. *Sustainability*, *13*(20), pp.11-139.
11. Cheng, X., Yan, C., Ye, K., & Chen, K. 2024. Enhancing resource efficiency through the utilization of the green bond market: An empirical analysis of Asian economies. *Resources Policy*, *89*, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104623
12. Daugaard, D. and Ding, A., 2022. Global drivers for ESG performance: The body of knowledge. *Sustainability*, *14*(4), p.21-22.
13. de Andrade, R. D., Benfica, V. C., de Oliveira, H. V. E., & Suchek, N. 2025. Investigating green jobs and sustainability in SMEs: Beyond business operations. *Journal of Cleaner Production*, *486*, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144477
14. Dionisio, M. and de Vargas, E.R., 2022. Integrating corporate social innovations and cross-collaboration: An empirical study. *Journal of Business Research*, *139*, pp.794-803.
15. Dong, N., Xiang, Y., Zhang, L., Zhao, Q. and Tang, Y., 2022. Human resource quality and value of cash holdings in Chinese listed firms. *The Journal of Developing Areas*, *56*(1), pp.107-115.
16. Esty, D.C., 2020. Creating investment-grade corporate sustainability metrics. *Values at Work*, pp.51-66.
17. Emmanuel, Y. L., Doorasamy, M., Kwarbai, J. D., Otekunrin, A. O., & Osakede, U. A. 2024. Relationship of Environmental Disclosure of Renewable Energy, Carbon Emissions, Waste Management, Water Consumption, and Banks' Financial Performance. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *14*(2), 584-593
18. Freeman, R.E., Phillips, R. and Sisodia, R., 2020. Tensions in stakeholder theory. *Business & society*, *59*(2), pp.213-231.
19. Hardiyanti, S.E., 2022. The significance of debt policy as a reinforcement factor in the effect of managerial

ownership and profitability toward company value. *Management Science Research Journal*, *1*(1), pp.1-11.
20. Hengst, I.A., Jarzabkowski, P., Hoegl, M. and Muethel, M., 2020. Toward a process theory of making sustainability strategies legitimate in action. *Academy of Management Journal*, *63*(1), pp.246-271.
21. Jin, I., 2022. Systematic ESG risk and passive ESG investing. *The Journal of Portfolio Management*, *48*(5), pp.71-86.
22. Liu, L., Zhao, Z., Zhang, M. and Zhou, D., 2022. Green investment efficiency in the Chinese energy sector: Overinvestment or underinvestment? *Energy Policy*, *160*:112-694.
23. Nwachukwu, D. and Worlu, E.E., 2023. Sales Force Compensation Techniques and Sales Performance of Bakery Firms in Port Harcourt. *International Journal of Management Sciences*, *10*(1), pp.1-26.
24. Osabohien, R., Jaaffar, A. H., Setiawan, D., & Igharo, A. E. 2025. Economic growth, climate change and clean energy in a post-COVID era. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *15*(2), https://doi.org/10.3390/en17040804
25. Ozkan, O., Eweade, B. S., & Usman, O. 2024. Assessing the impact of resource efficiency, renewable energy R&D spending, and green technologies on environmental sustainability in Germany: evidence from a wavelet quantile-on-quantile regression. *Journal of Cleaner Production*, 450, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141992
26. Pedol, M., Biffi, E. and Melzi, S., 2021. Sustainability game. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, pp.1540-1548.
27. Schaltegger, S., Hörisch, J. and Freeman, R.E., 2019. Business cases for sustainability: A stakeholder theory perspective. *Organization & environment*, *32*(3), pp.191-212.
28. Schilirò, D., 2019. Sustainability, innovation, and efficiency: A key relationship. In *Financing sustainable development*, pp.83-102.
29. Steblyanskaya, A., Wang, Z., Martynov, A., Mingye, A., Artykhov, V., Wang, Z., Bocharnikov, V. and Kiselik, A., 2021. New energy-resource efficiency, technological efficiency, and ecosystems impact ratings for the sustainability of china's provinces. *Sustainability*, *13*(1), pp.354.
30. Suárez-Fernández, S., Zapico, E., & Boto-García, D. 2025. Water-saving strategies at hotels: which are more effective? *Current Issues in Tourism*, *28*(7), pp. 1135-1154.
31. Tan, K.H., Kasiveloo, M. and Abdullah, I.H., 2022. Token economy for sustainable education in the future: A scoping review. *Sustainability*, *14*(2), pp.1-19.
32. Tanaka, K., Boucher, O., Ciais, P., Johansson, D.J. and Morfeldt, J., 2021. Cost-effective implementation of the Paris Agreement using flexible greenhouse gas metrics. *Science advances*, *7*(22), pp.9-20.
33. Valentinov, V., Roth, S. and Will, M.G., 2019. Stakeholder theory: A Luhmannian perspective. *Administration & society*, *51*(5), pp.826-849.
34. Wang, J., Li, J. and Zhang, Q., 2021. Does carbon efficiency improve financial performance? Evidence from Chinese firms. *Energy Economics*, *104*, pp.1-15.
35. Wojewnik-Filipkowska, A., Dziadkiewicz, A., Dryl, W., Dryl, T. and Bęben, R., 2019. Obstacles and challenges in applying stakeholder analysis to infrastructure projects: Is there a gap between stakeholder theory and practice? *Journal of Property Investment & Finance*, *39*(3), pp.199-222.
36. Wu, H., Wen, H., Li, G., Yin, Y., & Zhang, S. 2024. Unlocking a greener future: The role of digital finance in enhancing green total factor energy efficiency. *Journal of Environmental Management*, *364*, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121456
37. Yu, S., Sial, M.S., Tran, D.K., Badulescu, A., Thu, P.A. and Sehleanu, M., 2020. Adoption and implementation of sustainable development goals (SDGs) in China—Agenda 2030. *Sustainability*, *12*(15), pp.62-88.
38. Zhang, J., Liu, Y., Zhang, W. and Ma, X., 2023. Role of green technologies in enhancing the efficiency of natural resources. *Resources Policy*, *83*, p.103-624.
39. Zhang, D. and Xie, Y., 2022. Customer environmental concerns and profit margin: Evidence from manufacturing firms. *Journal of Economics and Business*, pp1-15.
40. Zhao, L. and Rasoulinezhad, E., 2023. Role of natural resources utilization efficiency in achieving green economic recovery: evidence from BRICS countries. *Resources Policy*, *80*, pp.103-164