

DIMENSIUNEA NORMATIV-INSTITUȚIONALĂ A INTEGRĂRII INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ÎN ECONOMIA CIRCULARĂ DIN REPUBLICA MOLDOVA

THE NORMATIVE-INSTITUTIONAL DIMENSION OF THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CIRCULAR ECONOMY IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

DOI: 10.5281/zenodo.18229096

UDC: 338.2:004.8(478)

Ina FILIPOV

Universitatea de Stat „Bogdan Petriceicu Hasdeu” din Cahul

E-mail: inafilipov@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-8524-6784

Abstract: *The integration of artificial intelligence into the circular economy is emerging today as a complex and multidimensional challenge for public administration, located at the intersection of regulation, innovation and sustainable governance. In the Republic of Moldova, this process is evolving within a regulatory and institutional framework that is still being established, in which efforts to align with European standards meet with tensions, generated by a still partially fragmented regulatory and institutional coherence.*

The article proposes an exploration of the normative-institutional dimension of the integration of artificial intelligence into the circular economy, focusing both on the existing degree of regulation and on the capacity of public administration to support the implementation of this strategic objective, as well as on how the principles of digitalization and circularity are reflected in administrative practice. The analysis highlights a clear conceptual assumption of digital transformations and the need for circularity, but also the persistence of regulatory gaps and incompletely articulated institutional mechanisms, which may limit the efficiency of implementation.

In this framework, the need for a coherent, integrated and proactive approach is argued, aimed at strengthening both the regulatory framework and administrative capacity, so that artificial intelligence becomes a functional and strategic tool of circular economy policies, supporting the sustainable transformation of the public sector and promoting a more adaptable and innovative economic environment.

Keywords: *Artificial intelligence, circular economy, regulatory regulation, sustainable governance, digitalization, public policies, sustainable development*

Rezumat: *Integrarea inteligenței artificiale în economia circulară se conturează astăzi ca o provocare complexă și multidimensională pentru administrația publică, situată la intersecția dintre reglementare, inovare și guvernare sustenabilă. În Republica Moldova, acest proces evoluează într-un cadru normativ și instituțional încă*

în curs de constituire, în care se întâlnesc eforturile de aliniere la standardele europene cu tensiunile generate de o coerență normativă și instituțională încă parțial fragmentată.

Articolul propune o explorare a dimensiunii normativ-instituționale a integrării inteligenței artificiale în economia circulară, punând accent atât pe gradul de reglementare existent, cât și pe capacitatea administrației publice de a sprijini implementarea acestui obiectiv strategic, precum și pe modul în care principiile digitalizării și circularității se reflectă în practica administrativă. Analiza evidențiază o asumare conceptuală clară a transformărilor digitale și a necesității circularității, dar și persistența unor lacune de reglementare și a unor mecanisme instituționale incomplet articulate, care pot limita eficiența implementării.

În acest cadru, se argumentează necesitatea unei abordări coerente, integrate și proactive, menite să consolideze atât cadrul normativ, cât și capacitatea administrativă, astfel încât inteligența artificială să devină un instrument funcțional și strategic al politicilor de economie circulară, sprijinind transformarea sustenabilă a sectorului public și promovând un mediu economic mai adaptabil și inovator.

Cuvinte-cheie: *inteligența artificială, economie circulară, reglementare normativă, guvernare sustenabilă, digitalizare, politici publice, dezvoltare durabilă*

Introducere

Transformările economice, tehnologice și ecologice accelerate la nivel global impun o reevaluare a paradigmatelor tradiționale de dezvoltare. Integrarea sustenabilității, digitalizării și inovării în politicile publice nu mai constituie opțiuni, ci imperativ strategic. În acest context, economia circulară (EC), bazată pe principiile „reduce–reuse–recycle” și pe design regenerativ, se afirmă ca model alternativ la economia liniară „producție-consum-deșeu”, vizând menținerea valorii materialelor, reducerea risipei, reutilizarea și reciclarea, concomitent cu regenerarea ecosistemelor și decuplarea creșterii economice de consumul de resurse finite (Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink, 2017: 758-759). Aceasta nu constituie doar o strategie ecologică, ci un cadru integrat de politici publice, care reconceptualizează relația dintre resurse, producție, consum și mediu, generând sisteme socio-economice caracterizate prin interdependențe multiple, volume semnificative de date și procese decizionale complexe.

Pe fondul complexității operaționale și instituționale generate de economia circulară, inteligența artificială (IA) capătă un rol considerabil în arhitectura guvernării publice, oferind instrumente avansate de analiză, predicție și optimizare pentru fundamentarea deciziilor și administrarea fluxurilor materiale. Altfel spus, inteligența artificială devine un catalizator tehnologic și strategic al circularității, oferind instrumente analitice, predictive și de optimizare pentru administrarea fluxurilor materiale și deciziilor publice complexe (Munonye, 2025: 1-5). Aplicațiile IA sprijină optimizarea infrastructurii de reciclare, modelarea scenariilor de consum și eficientizarea lanțurilor materiale, constituind astfel infrastructura cognitivă a unui ecosistem circular inteligent.

La nivel european, convergența între sustenabilitate și digitalizare este consolidată prin politici și reglementări complexe. Noul Plan de Acțiune pentru Economia Circulară (CEAP, 2020: art. 5-12) și Regulamentul (UE) 2024/1689 – AI Act, conturează standarde pentru alinierea politicilor naționale și operaționalizarea IA în fluxurile circulare, inclusiv prin pașaportul digital al produsului (DPP) și spațiile de date sectoriale, promovând supravegherea umană, auditul algoritmic și responsabilitatea instituțională (European Union, 2024: art. 9-15). În această paradigmă, tehnologiile digitale avansate devin vectori de politici publice și instrumente pentru guvernanză sustenabilă.

Republica Moldova, ca stat candidat la aderarea la Uniunea Europeană, a inițiat un proces ambițios de transformare digitală și dezvoltare durabilă. *Strategia de Transformare Digitală 2023–2030* vizează crearea unui stat inteligent, interoperabil și transparent, orientat spre creșterea eficienței administrative și dezvoltarea ecosistemului digital, dar persistă provocări legate de interoperabilitatea datelor și lipsa competențelor IA în administrația publică (Guvernul RM, 2023: 4-8; UNDP Moldova, 2023: 12-15). *Programul de promovare a economiei verzi și circulare 2024–2028* aprobat prin *Hotărârea Guvernului 495/2024* (Guvernul RM, 2024: 3-7) și *Programul Național pentru Gestionarea Deșeurilor 2023–2027* (Guvernul RM, 2023: 10-14) oferă cadrul național pentru implementarea principiilor EC și integrarea IA în fluxurile materiale și decizionale. *Cartea Albă privind Inteligența Artificială și Guvernanză Datelor* (2024) stabilește principii etice, incluzive și sustenabile pentru utilizarea IA, promovând transparența, securitatea datelor și inovarea reglementară prin spații de testare și coduri de conduită.

Integrarea IA în EC poate fi conceptualizată ca un proces de „circularitate asistată de IA”, în care tehnologiile digitale funcționează ca infrastructură cognitivă a fluxurilor materiale și decizionale. Aceasta presupune: informare și trasabilitate, prin colectarea și integrarea datelor din registre EPR (responsabilitatea extinsă a producătorului) și pașapoarte digitale, facilitând urmărirea materiilor prime și piețele de materii prime secundare; optimizarea decizională, sprijinind politicile publice în planificarea colectării selective, detectarea neregulilor și prioritizarea investițiilor; și inovare reglementară, prin sandboxes și coduri de conduită care permit testarea aplicațiilor IA în fluxurile prioritare (Buzu, 2024: 34-35; OECD, 2024: 22-25).

Consolidarea capabilităților instituționale include crearea unităților de date/IA în ministere, funcții de Chief Data/AI Officer, proceduri de evaluare a impactului algoritmic și mecanisme de audit și supraveghere umană pentru sistemele de risc ridicat. În acest cadru, funcționarea coerentă a spațiilor de date comune devine o condiție esențială pentru ca IA să poată susține deciziile publice într-un mod explicabil, responsabil și aliniat standardelor europene (OECD, 2024: 18-21; OECD.AI, 2024: secțiunea „Public sector AI governance”).

Literatura internațională subliniază sinergia dintre EC și IA, determinată de digitalizarea lanțurilor valorice, disponibilitatea datelor, standardizarea proceselor și reglementările privind securitatea și transparența (Ellen MacArthur Foundation, 2013: 24-31; Interreg Europe, 2020: secțiunea „Digitalisation and CE”). Noul Plan de Acțiune pentru Economia Circulară al UE și AI Act oferă modele pentru alinierea politicilor naționale și operaționalizarea IA în fluxurile circulare, inclusiv prin utilizarea pașapoartelor de produs și a spațiilor de date sectoriale. OECD (2024) accentuează importanța supravegherii umane și a capacităților instituționale pentru reducerea riscurilor asociate automatizării deciziilor.

În Republica Moldova, literatura recentă și rapoartele oficiale indică existența unei infrastructuri digitale inițiale favorabile tranziției, dar cu lacune în coordonarea interministerială, standardizarea datelor și implementarea aplicațiilor IA în EC (Buzu, 2024: 33-36; EU4Environment, 2023: 10-12; SWITCH to Green, 2025: 5-7). Crearea unui cadru normativ-instituțional integrat, care să conecteze instrumentele digitale și reglementările EC cu infrastructura de date și capacitățile administrative, este esențială pentru pilotarea IA eficiente în fluxurile materiale critice (SWITCH to Green, 2025: 7; UNECE, 2024: 18).

Etica și guvernanta sunt dimensiuni centrale în ideea că succesul IA depinde de transparența algoritmică, explicabilitatea deciziilor, protecția datelor, echitatea accesului și supravegherea umană și mecanisme robuste de responsabilitate instituțională pentru deciziile automatizate (Bashynska & Prokopenko, 2024: 86-89; Bashynska, 2025: 4-10). Aceste elemente asigură acceptarea socială și eficiența implementării politicilor publice, demonstrând că integrarea IA în EC este simultan o provocare tehnologică, instituțională și etică.

În concluzie, integrarea IA în EC din Republica Moldova presupune o combinație sinergică între instrumente tehnologice, politici publice coerente și capacități instituționale consolidate. Cadrele strategice normative existente oferă premisele unui proces de transformare durabilă, iar analiza dimensiunii normativ-instituționale devine esențială pentru evaluarea pregătirii administrației publice în utilizarea IA ca instrument strategic în politicile de circularitate, aliniindu-se la standardele europene și obiectivele naționale de dezvoltare durabilă, cu un cadru de indicatori pentru monitorizarea progresului și evaluarea impactului IA în circularitate.

Metodologia cercetării

Studiul utilizează o abordare analitică, concentrată pe evaluarea dimensiunii normativ-instituționale a integrării inteligenței artificiale în economia circulară din Republica Moldova. Analiza urmărește gradul de reglementare existent, coerența normativă, structurile instituționale implicate și

competența acestora, precum și mecanismele de coordonare între entitățile publice. Prin combinarea examinării cadrului normativ cu evaluarea capacității instituționale, metodologia permite identificarea lacunelor, a punctelor forte și a potențialului de consolidare a politicilor publice.

Cercetarea se concentrează pe modul în care principiile digitalizării se reflectă în practica administrativă și în capacitatea autorităților de a transforma angajamentele strategice în acțiuni concrete. Această abordare integrată facilitează prezentarea rezultatelor într-un mod coerent și comprehensiv, oferind suport pentru formularea recomandărilor menite să consolideze cadrul normativ și capacitatea administrativă pentru implementarea sustenabilă a politicilor de economie circulară bazate pe inteligența artificială.

Rezultate

Integrarea inteligenței artificiale în economia circulară din Republica Moldova se desfășoară într-un cadru normativ și instituțional aflat într-o fază incipientă de maturizare, în care ambițiile declarative ale tranziției verzi și digitale se confruntă cu constrângeri de guvernanta, infrastructură și date. Analiza documentelor naționale și a politicilor europene relevante indică un cadru strategic promițător, dar relativ operaționalizat, în care rolul IA rămâne preponderent conceptual și tehnic, fără a fi integrat coerent în ciclurile decizionale și de implementare a economiei circulare.

Un prim palier al acestei analize îl constituie cadrul normativ și strategic dedicat economiei circulare. *Hotărârea Guvernului nr. 495/2024*, care instituie *Programul de promovare a economiei verzi și circulare pentru perioada 2024–2028* (Guvernul RM, 2024: 12), promovează eficiența utilizării resurselor, prevenirea generării deșeurilor, reutilizarea și reciclarea, precum și modernizarea infrastructurilor de gestionare. Cu toate acestea, dimensiunea digitală este abordată preponderent ca suport administrativ și de raportare, fără a detalia rolul operațional al IA în optimizarea fluxurilor materiale, în prognoza generării de deșeuri sau în evaluarea performanței circulare a politicilor publice.

Aceeași discontinuitate se regăsește în relația dintre agenda de mediu și cea digitală. *Strategia de Transformare Digitală 2023–2030* creează premise importante pentru interoperabilitatea sistemelor publice, guvernanta datelor și transparență, însă nu integrează sistematic obiectivele și instrumentele economiei circulare. Din această perspectivă, strategia doar oferă cadrul necesar pentru dezvoltarea registrelor EPR, a pașapoartelor digitale de produs și a schimbului inter-instituțional de date. Instituirea Consiliului Național pentru Transformare Digitală și a rolurilor executive creează o arhitectură de coordonare, indispensabilă pentru utilizarea IA în politicile publice. Doar că absența unei articulări explicite între aceste două agende limitează capacitatea administrației publice de a utiliza soluții algoritmice în domenii-cheie precum gestionarea

deșeurilor, achizițiile publice verzi sau eco-designul, unde deciziile bazate pe date și analize predictive ar putea genera valoare publică semnificativă (Guvernul RM, 2023: 15; UNDP Moldova, 2025: 12-13).

Strategiile naționale de vârf constituie un reper esențial pentru înțelegerea poziționării instituționale a IA în raport cu EC în Republica Moldova. *Strategia Națională de Dezvoltare „Moldova Europeană 2030”, Agenda 2030 pentru Dezvoltare Durabilă și cadrul național de monitorizare a implementării a Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă* conturează o viziune de convergență asupra modernizării economiei, consolidării instituțiilor publice și tranziției către modele de dezvoltare sustenabile. În aceste documente, digitalizarea este recunoscută ca vector transversal al eficienței administrative, al competitivității economice și al rezilienței instituționale, iar obiectivele de mediu și utilizare eficientă a resurselor sunt subsumate *Agendei dezvoltării durabile, în special prin referințe la ODD 9, ODD 12 și ODD 13* (Parlamentul RM, 2022: 7-10; United Nations, 2015; Guvernul RM, 2025: 6-7).

Cu toate acestea, analiza conținutului strategic relevă că economia circulară nu este conceptualizată ca domeniu distinct de politică publică, iar IA nu este tratată ca infrastructură instituțională de guvernanta a tranziției circulare, ci mai degrabă ca instrument tehnologic generic asociat modernizării și inovării. În ansamblu, aceste documente oferă un cadru normativ favorabil integrării a IA în EC, dar nu configurează încă o arhitectură instituțională coerentă care să transforme această convergență strategică în capacitate administrativă efectivă. Această disjunctie între viziunea strategică și operaționalizarea instituțională reprezintă un rezultat relevant al analizei, indicând necesitatea unei reconectări explicite între obiectivele de dezvoltare durabilă, guvernanta digitală și instrumentele concrete a economiei circulare.

Așadar, fragmentarea respectivă devine cu atât mai relevantă cu cât, la nivel european, integrarea inteligenței artificiale și a economiei circulare este deja configurată printr-un cadru normativ coerent și etapizat, care funcționează pentru Republica Moldova ca matrice de referință. *Regulamentul (UE) 2024/1689 privind inteligența artificială (AI Act)* instituie un model de guvernanta bazat pe risc, diferențiind între practice interzise, sisteme de risc ridicat, obligații de transparență și modele cu scop general (GPAI), cu un calendar de aplicare progresiv, destinate să ofere previzibilitate instituțiilor publice și actorilor de piață (European Union, 2024: art. 4-12). În paralel, *Planul de Acțiune pentru Economia Circulară (CEAP)* configurează circularitatea ca arhitectură de politici publice orientate spre date, integrând eco-designul extins, lanțuri valorice prioritare și digitalizarea prin spații de date sectoriale dedicate (European Commission, 2020; Interreg Europe, 2020).

Pentru Republica Moldova, acest cadru european funcționează ca matrice de referință normativă și instituțională, evidențiind decalajele existente în

operaționalizarea spațiilor de date, pașapoartelor digitale ale produselor și a guvernantei datelor necesare utilizării IA în politicile de economie circulară (SCIA, 2024: 7-8). Deși nu generează obligații juridice imediate, acest cadru reduce riscurile de decalaj normativ și costurile viitoare de conformare, accentuând necesitatea unei adaptări instituționale proactive.

Din perspectiva reglementării interne a IA, *Cartea Albă privind Inteligența Artificială și Guvernanța Datelor* stabilește principii etice fundamentale precum transparența, explicabilitatea, securitatea și supravegherea umană. Totuși, aceste principii nu sunt traduse în aplicări sectoriale concrete pentru domeniile critice ale EC, precum trasabilitatea materialelor prin pașaportul digital al produsului (DPP), monitorizarea responsabilității extinse a producătorului (REP) sau evaluarea ofertelor în cadrul achizițiilor publice verzi pe baza costului pe ciclul de viață asistat de IA (MDED, 2024: 14-16; Onescu, 2017: 72).

Programul Național de Gestionare a Deșeurilor 2023–2027 descrie infrastructurile necesare pentru colectare separată, sortare, compostare și depozitare ecologică, însă mecanismele de raportare rămân predominant manuale sau semi-digitalizate. Aceasta limitează capacitatea de a proiecta și implementa IA pentru prognoza generării deșeurilor, optimizarea logisticii inverse sau monitorizarea în timp real a fluxurilor (EU4Environment, 2023: 19-21; Doherty, 2024). În ansamblu, deși cadrul normativ este compatibil cu principiile EC și cu digitalizarea, lipsește o guvernanta integrată care să conecteze administrația publică, inteligența artificială și economia circulară într-o arhitectură coerentă de decizie și implementare (European Commission, 2020; EASAC, 2015: 18-20).

Implementarea instrumentelor digitale relevante pentru circularitate este fragmentară. Nu există utilizări sistemice de IA pentru optimizarea rutelor de colectare, sistemele predictive privind generarea de deșeuri, platforme de trasabilitate bazate pe DPP sau evaluări algoritmice ale performanței schemelor REP/GPP. Predomină proiectele pilot și inițiativele conceptuale, fără interoperabilitate deplină a registrelor și bazelor de date (European Commission, 2020; EASAC, 2015: 18-20). Comparativ, practicile europene demonstrează integrarea IA în gestionarea fluxurilor materiale, trasabilitate și fundamentarea deciziilor publice, cu rezultate tangibile în eficiența operațională și transparență (European Union, 2024; Interreg Europe, 2020). În Republica Moldova, acest potențial rămâne latent, constrâns de infrastructura de date, lipsa standardelor unitare și absența mandatelor instituționale clare pentru utilizarea IA în politici de mediu și achiziții (Guvernul RM, 2023; UNDP Moldova, 2023).

În contextul convergenței anticipative la standardele UE, capacitatea instituțională internă devine determinantul esențial al tranziției de la compatibilitate formală la implementare efectivă. Arhitectura administrativă nu include unități dedicate guvernantei datelor și IA corelate cu economia circulară, iar funcții precum *Chief Data Officer* și *Chief AI Officer* lipsesc din ministerele

și agențiile relevante. Responsabilitățile privind colectarea, standardizarea și utilizarea datelor rămân dispersate, ceea ce generează lipsă de coordonare și responsabilitate strategică pentru utilizarea IA în economia circulară (Guvernul RM, 2023; OECD, 2024: 15-18).

La nivel local și regional, capacitatea unităților administrativ-teritoriale este heterogenă. Asta se explică prin faptul că, acolo unde există personal și instrumente digitale de bază, lipsesc standardele de date, acolo unde lipsesc instrumentele, fundamentarea deciziilor de bază de evidență devine mai puțin probabilă. Literatura de specialitate subliniază că lipsa bazelor de date standardizate la nivel local frânează planificarea și evaluarea pe indicatori regionali, compromițând monitorizarea infrastructurilor de colectare, stocare și compostare (Mihai, 2020: 71-75; UNDP Moldova, 2023: 28-30). În aceste condiții, administrația se concentrează mai curând pe conformitate procedurală decât pe guvernanta bazată pe date, ceea ce confirmă că principalul obstacol în integrarea IA nu este de natură tehnologică, ci instituțională (OECD.AI, 2024; EASAC, 2015: 19).

Dimensiunea etică a IA rămâne, de asemenea, insuficient corelată cu obiectivele de sustenabilitate. Principiile de transparență algoritmică, explicabilitate și supraveghere umană nu sunt corelate cu indicatori de performanță ecologică, precum acuratețea clasificării deșeurilor, conformitatea cu cerințele DPP, timpii de la colectarea datelor la decizia operațională în sisteme de tip „digital twin” sau rata detecției neconformităților în cadrul schemelor REP (MDED, 2024; EASAC, 2015: 21-23). Absența procedurilor standardizate de audit algoritmic și a evaluărilor de impact asupra mediului pentru deciziile automatizate, limitează capacitatea IA de a produce rezultate validate în perspectiva circularității, diminuând potențialul de a cataliza tranziția verde (European Commission, 2020; Onescu, 2017: 72-73).

Instrumentele de politică disponibile oferă o gamă largă de pârghii pentru stimularea circularității asistate de IA. Extinderea eco-designului către durabilitate, reparabilitate și demontabilitate, instituirea pașaportului digital al produsului pentru trasabilitate, utilizarea achizițiilor publice verzi cu criteriu LCC, operaționalizarea schemelor REP și a sistemelor de depozit, pot stimula cererea de soluții circulare și dezvoltarea tehnologiilor digitale. Însă implementarea lor este slab coordonată, iar criteriile digitale sunt adesea integrate superficial în caietele de sarcini și în monitorizarea contractuală (EASAC, 2015: 17-19; Onescu, 2017: 68-71). De asemenea, criteriile „end of waste” acoperă un număr limitat de materiale, ceea ce poate frâna inovația și scalarea modelelor de afaceri circulare, deși IA ar putea accelera certificarea și monitorizarea fluxurilor reciclate dacă ar exista standarde și date interoperabile (EASAC, 2015: 20-21; European Commission, 2020).

Monitorizarea progresului către EC necesită un set robust și comparabil de

indicatori. Indicatori tradiționali precum productivitatea resurselor, ratele de reciclare a deșeurilor municipale, intensitatea deșeurilor raportată la PIB și populație, ponderea energiei regenerabile sau emisiile de gaze cu efect de seră, trebuie completați cu indicatori digitali care să reflecte calitatea datelor, gradul de interoperabilitate, utilizarea aplicațiilor IA și impactul deciziilor algoritmice asupra performanței circulare (EASAC, 2015: 14-16; Onescu, 2017: 72-73).

Barierile structurale persistă în acest cadru instituțional fragmentat, întrucât prețurile nu reflectă costurile ecologice reale, comportamentele de consum rămân nesustenabile, modelele de afaceri manifestă o inerție semnificativă față de principiile circularității, infrastructura este insuficient dezvoltată, iar datele rămân incomplete la nivelul unităților administrativ-teritoriale. În acest context, răspunsurile instituționale identificate vizează introducerea corecțiilor fiscale și a standardelor obligatorii acolo unde mecanismele de piață nu transmit semnale adecvate, utilizarea achizițiilor publice verzi ca instrument de reorientare a cererii, consolidarea programării regionale integrate, dezvoltarea unor sisteme unitare de raportare și audit al datelor, precum și investiții susținute în educație și formare profesională orientate spre competențe digitale, analiză de date și management circular (EASAC, 2015: 22-24; Mihai, 2020: 71-75; Onescu, 2017: 72-73).

În ansamblu, rezultatele indică faptul că Republica Moldova dispune de fundamente strategice solide, de o infrastructură digitală incipientă compatibilă cu aplicațiile IA și de instrumente de politică publică relevante pentru economia circulară. Cu toate acestea, capacitatea instituțională și infrastructura de date rămân insuficient consolidate pentru o guvernare integrată a interfeței inteligență artificială – economie circulară, ceea ce justifică o analiză comparativă aprofundată și o discuție orientată spre opțiuni de convergență și reformă instituțională.

Discuții

Interpretarea rezultatelor evidențiază că integrarea IA în economia circulară din Republica Moldova nu este limitată de disponibilitatea tehnologică, ci de arhitectura instituțională și de guvernarea datelor. În timp ce cadrul normativ național oferă premise pentru convergența dintre digitalizare și sustenabilitate, lipsa unei corelări operaționale între strategiile de mediu și cele digitale menține IA într-o zonă conceptuală, fără impact sistemic asupra fluxurilor materiale și deciziilor publice. Această constatare este congruentă cu literatura internațională, care subliniază că, succesul circularității asistate de IA depinde de interoperabilitatea datelor, standardizarea proceselor și responsabilitatea instituțională clar definită (EASAC, 2015: 6-8; OECD, 2024: 11-15).

Așadar, discuția evidențiază rolul capacității instituționale și al guvernării

datelor ca factori determinanți pentru succesul integrării IA în EC. Chiar dacă instrumentele tehnologice și digitale există, lipsa unor structuri dedicate și a unor mecanisme de coordonare creează un efect de fragmentare. Această observație subliniază că tranziția circulară asistată de IA nu este un simplu proces de digitalizare, ci un proces de transformare instituțională profundă, în care infrastructura digitală trebuie să fie dublată de autoritate, responsabilitate și competențe administrative.

Comparativ cu Uniunea Europeană, unde *AI Act* și *Planul de Acțiune pentru Economia Circulară* configurează un cadru matur de guvernanta bazată pe risc, trasabilitate digitală și audit algoritmic (European Union, 2024: art. 9–15, art. 61–65; European Commission, 2020), Republica Moldova se află într-o fază pre-instituțională, caracterizată prin strategii separate și implementare fragmentată. Acest decalaj poate fi explicat printr-o combinație de factori structurali, dintre care cei mai relevanți sunt: lipsa unităților dedicate IA și datelor în ministere, absența funcțiilor executive precum *Chief Data Officer*, dispersia responsabilităților între instituții și deficitul de competențe digitale la nivel local (MDSD, 2023: cap. IV; UNDP Moldova, 2023: 14–17). În plus, infrastructura de date rămâne incompletă, iar Raportul ODD (2024) confirmă deficite structurale care compromit aplicabilitatea IA în trasabilitate, prognoză și monitorizare (Guvernul RM, 2025).

Un alt aspect critic este separarea conceptuală dintre etica IA și sustenabilitate. Principiile de transparență, explicabilitate și supraveghere umană nu sunt corelate cu indicatori de performanță ecologică sau proceduri de audit algoritmic aplicate fluxurilor circulare, ceea ce reduce potențialul IA de a genera valoare publică și de a sprijini tranziția verde (Guvernul RM, 2025; Onescu, 2017: 72–73). În practică europeană, însă, auditul algoritmic și indicatorii digitali sunt integrați în procese decizionale pentru a evita efectele negative neintenționate și pentru a maximiza eficiența resurselor (EASAC, 2015: 14–16).

Discuția relevă și oportunități strategice. Achizițiile publice verzi, dacă sunt corelate cu criterii digitale și cu utilizarea IA pentru verificarea automată a conformității, scorarea ofertelor și auditul algoritmic, pot deveni un catalizator al EC (Onescu, 2017: 72–73; European Commission, 2020). În același timp, pașaportul digital al produsului și spațiile de date sectoriale, prevăzute de CEAP, pot crea infrastructura necesară pentru trasabilitate și interoperabilitate, condiție esențială pentru aplicarea IA în fluxurile materiale (European Commission, 2020; Interreg Europe, 2020).

În ansamblu, rezultatele confirmă ipoteza că integrarea IA în EC este mai puțin o provocare tehnologică și mai mult una instituțională și normativă. Pentru Republica Moldova, aceasta implică o tranziție de la compatibilitate formală la implementare efectivă prin: aliniere inteligentă la *AI Act* și CEAP; operaționalizarea spațiilor de date și a pașapoartelor digitale; crearea structurilor

IA-ready și a mecanismelor de audit algoritmic; integrarea principiilor etice în strategiile de sustenabilitate; consolidarea competențelor profesionale în domeniul IA aplicată circularității (OECD, 2024: 23-27; European Union, 2024; EASAC, 2015: 22-24).

Concluzii

Analiza dimensiunii normativ-instituționale a integrării inteligenței artificiale în economia circulară din Republica Moldova evidențiază faptul că principala limitare a acestui proces nu este de ordin tehnologic, ci ține de capacitatea statului de a construi și opera o arhitectură coerentă de guvernare a datelor, a deciziilor algoritmice și a politicilor publice orientate spre circularitate. Deși cadrele strategice și normative existente reflectă o asumare declarativă a transformării digitale și a sustenabilității, acestea nu sunt încă traduse într-o capacitate instituțională efectivă și integrare a IA în ciclurile decizionale ale economiei circulare.

Rezultatele cercetării indică o discontinuitate structurală între nivelul strategic și cel operațional, manifestată prin fragmentarea responsabilităților instituționale, lipsa mecanismelor de coordonare intersectorială și absența unei guvernante integrate a datelor. În acest context, inteligența artificială rămâne predominant conceptualizată ca instrument tehnologic de modernizare administrativă, fără a acționa ca infrastructură decizională capabilă să susțină trasabilitatea materialelor, evaluarea performanței circulare și fundamentarea politicilor publice bazate pe date.

Analiza comparativă cu cadrul european sugerează că Republica Moldova se află într-un regim de convergență anticipativă, în care standardele UE privind economia circulară și guvernarea IA funcționează ca repere normative, dar nu sunt încă internalizate instituțional. Această situație generează atât riscuri de decalaj în implementare, cât și oportunități de adaptare timpurie, cu condiția dezvoltării unor structuri administrative dedicate, a clarificării mandatelor instituționale și a consolidării capacităților profesionale în domeniul datelor și a deciziilor algoritmice.

Un element central al concluziilor îl constituie necesitatea reconectării explicite dintre etica inteligenței artificiale și obiectivele de sustenabilitate. În lipsa unor mecanisme de audit algoritmic, a evaluărilor de impact asupra mediului și a corelării principiilor etice cu indicatori de performanță ecologică, utilizarea IA riscă să rămână formal conformă, fără a genera valoare publică semnificativă pentru tranziția către economia circulară.

În ansamblu, studiul confirmă că integrarea IA în economia circulară din Republica Moldova presupune o transformare instituțională profundă, nu doar o extindere a infrastructurii digitale. Consolidarea guvernantei datelor, profesionalizarea funcțiilor administrative relevante și articularea coerentă a

agendelor de digitalizare și sustenabilitate reprezintă condiții esențiale pentru ca IA să devină un instrument strategic al politicilor publice de circularitate. Din această perspectivă, dimensiunea normativ-instituțională nu constituie un cadru secundar al integrării IA, ci elementul determinant al eficienței și sustenabilității acesteia pe termen lung.

Recunoștință

Cercetarea a fost realizată în cadrul proiectului 24159 - InnoScEnCE – “AI-Empowered Innovation in Natural Science and Engineering for the Circular Economy”, funded by the European Union through the Horizon Europe; research and innovation programme.

Referințe bibliografice:

1. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.
2. Munonye, W. C. (2025). Governing circular intelligence: How AI-driven policy tools can accelerate the circular economy transition. *Cleaner and Responsible Consumption*, 19, 100324.
<https://doi.org/10.1016/j.clrc.2025.100324>.
3. European Commission (2020). *A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe* (COM/2020/98 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>
4. European Union (2024). *Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>.
5. Guvernul Republicii Moldova (2023). *Strategia de transformare digitală a Republicii Moldova pentru anii 2023–2030* (Hotărârea nr. 650 din 6 septembrie 2023) *Monitorul Oficial al Republicii Moldova* Nr. 383-386, art. 900.
6. UNDP Moldova (2023–2024). *UNDP Moldova’s Development Results Report 2023–2024*. <https://www.undp.org/moldova/publications/undp-moldovas-development-results-report-2023-2024>.
7. Guvernul Republicii Moldova (2024). Programul de promovare a economiei verzi și circulare în Republica Moldova pentru perioada 2024–2028 (Hotărârea Guvernului nr. 495 din 17 iulie 2024). *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, nr. 351–354, art. 660.
8. Guvernul Republicii Moldova (2023). Programul național pentru gestionarea deșeurilor pe anii 2023–2027 (Hotărârea Guvernului nr. 972 din 6 decembrie 2023). *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, nr. 55–57, art. 95.

9. Ministerul Dezvoltării Economice și Digitalizării al Republicii Moldova (2024). *Cartea Albă privind Inteligența Artificială și Guvernanța Datelor*. <https://mded.gov.md/cartea-alba-privind-inteligenta-artificiala-si-guvernanta-datelor-primul-document-cadru-de-politici-al-mded/>.
10. Buzu, I. (2024). *Proposal for a Strategic Framework on Artificial Intelligence Governance in the Republic of Moldova*. *Intellectus, State Agency on Intellectual Property (AGEPI)*, 2, 33-53, <https://doi.org/10.56329/1810-7087.24.2.04>.
11. OECD (2024). *Governing with Artificial Intelligence: Are governments ready?* <https://site.unibo.it/hypermodelex/en/publications/2024-06-oecd-ai-public-sector.pdf>.
12. OECD.AI. (2024). *Governing with artificial intelligence: Are governments ready?* <https://oecd.ai/en/work/governing-with-artificial-intelligence>
13. Ellen MacArthur Foundation (2013). *Towards the circular economy, Vol. 1: An economic and business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>
14. Interreg Europe (2020, March 20). *The new Circular Economy Action Plan*. Interreg Europe. <https://www.interregeurope.eu/policy-learning-platform/news/the-new-circular-economy-action-plan>.
15. EU4Environment (2023). *Implementation of EU4Environment Green Economy in Moldova in 2023 – major results*. https://www.eu4environment.org/app/uploads/2023/07/Item-3_Implementation-of-EU4Environment-Green-Economy-in-Moldova-in-2023-major-results.pdf.
16. European Union – SWITCH to Green (2025). *Moving towards circularity. Moldova's path*. <https://www.switchtogreen.eu/wp-content/uploads/2025/01/Moldova-factsheet-circular-economy-final.pdf>.
17. United Nations Economic Commission for Europe (2024). *Policy paper on accelerating the transition towards a circular economy in the Economic Commission for Europe region* (ECE/TRADE/480). <https://unece.org/info/publications/pub/391555>.
18. Bashynska, I., Prokopenko, O. (2024). *Leveraging artificial intelligence for circular economy: Transforming resource management, supply chains, and manufacturing practices*. *Scientific Journal of Bielsko-Biala School of Finance and Law*, 28(2), 85–91. <https://asej.eu/index.php/asej/article/view/800/829>.
19. Bashynska, I. *Ethical aspects of AI use in the circular economy*. *AI & Soc* (2025). <https://doi.org/10.1007/s00146-025-02436-1>.
20. UNDP Moldova (2023–2024). *UNDP Moldova's Development Results Report 2023–2024* (capitole despre transformare digitală).

- <https://www.undp.org/moldova/publications/undp-moldovas-development-results-report-2023-2024>.
21. Parlamentul Republicii Moldova (2022). Legea nr. 315 din 17 noiembrie 2022 pentru aprobarea Strategiei naționale de dezvoltare „Moldova Europeană 2030” (Monitorul Oficial al Republicii Moldova Nr. 409-410, art. 758).
 22. United Nations (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations. <https://sdgs.un.org/2030agenda>.
 23. Guvernul Republicii Moldova (2025). *Raport de progres privind implementarea Agendei 2030 pentru Dezvoltare Durabilă în Republica Moldova 2025*. https://gov.md/sites/default/files/media/documents/2025-12/Raport%20ODD%202025_FINAL.pdf.
 24. Sub-Council for Artificial Intelligence and Data Governance (SCIA) (2024). *White book on artificial intelligence and data governance*. Ministry of Economic Development and Digitalization, Government of the Republic of Moldova. <https://csometer.info/updates/moldova-first-policy-framework-document-artificial-intelligence-and-data-governance>.
 25. Onescu, L. (2017). Rolul economiei circulare în dezvoltarea orașului inteligent. *Smart Cities International Conference Proceedings*, 5, 69–77. <https://ideas.repec.org/a/pop/procee/v5y2017p69-77.html>.
 26. Doherty, R. (2024, March 20). Moldova’s National Waste Management Plan 2023–2027. *Compliance & Risks*. <https://www.complianceandrisks.com/blog/moldovas-national-waste-management-plan-2023-2027/>
 27. EASAC. (2015). *Circular economy: A commentary from the perspectives of the natural and social sciences*. https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/EASAC_Circular_Economy_Web.pdf.
 28. Mihai, F. C. (2020). Rolul economiei circulare în îmbunătățirea calității vieții în România. *Calitatea vieții și reziliența sistemelor geografice – disparități teritoriale și evoluții recente* (pp. 63–103). Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași. https://www.researchgate.net/publication/346583588_Rolul_economiei_circulare_in_imbunatatirea_calitatii_vietii_in_Romania