



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Universitatea Națională de Știință și Tehnologie
POLITEHNICA București

Școala Doctorală de
Inginerie Industrială și Robotică



Monica D. IORGA (CRĂCIUNICĂ)

TEZĂ DE DOCTORAT

**Studiu privind realizarea unor
modele inovative de
implementare a sistemului de
garanție-returnare**

Conducător științific,

Prof. univ.dr.ing. Augustin SEMENESCU

(Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București)

Rezumat

- 2025-

Cuprins

<i>Introducere</i>	3
<i>Capitolul 1. PREOCUPĂRI ACTUALE PRIVIND DEȘEURILE ȘI RECUPERAREA ACESTORA</i>	4
<i>Capitolul 2. SOLUȚII PRIVIND SISTEMUL DE GARANȚIE-RETURNARE</i>	5
<i>Capitolul 3. CONCLUZII REFERITOARE LA STADIUL ACTUAL AL SISTEMULUI DE GARANȚIE-RETURNARE</i>	7
<i>Capitolul 4. DIRECȚIILE, OBIECTIVUL PRINCIPAL ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN DOMENIUL SGR</i>	8
Capitolul 5. CENTRALIZAREA DATELOR STATISTICE PRIVIND PERCEPȚIA SISTEMULUI DE GARANȚIE RETURNARE ÎN RÂNDUL POPULAȚIEI DIN ROMÂNIA	9
<i>Capitolul 6. ANALIZA REPREZENTATIVITĂȚII EȘANTIONULUI ȘI VERIFICAREA IPOTEZELOR CERCETĂRII</i>	15
Capitolul 7. STUDII PRIVIND CALITATEA CU IMPACT ASUPRA SISTEMULUI DE GARANȚIE RETURNARE	19
Capitolul 8. STUDIU PRIVIND ELEMENTELE DEFINITORII ALE CALITĂȚII ÎN DOMENIUL SISTEMELOR AUTOMATE SGR	22
Capitolul 9. SOLUȚIE DE OPTIMIZARE A ECHIPAMENTULUI DE COLECTARE DIN CADRUL SGR	25
Capitolul 10. INTERVIU STRUCTURAT PENTRU PERCEPȚIA COMERCIANȚILOR ASUPRA SOLUȚIEI PROPUSE	26
Capitolul 11. CONCLUZII FINALE ȘI CONTRIBUȚII ORIGINALE LA ÎMBUNĂTĂȚIREA ECHIPAMENTELOR UTILIZATE ÎN CADRUL SISTEMULUI DE GARANȚIE-RETURNARE	31
Bibliografie	37

Introducere

Lucrarea este structurată în 2 părți: o primă parte în care este prezentat stadiul actual al cercetărilor privind deșeurile și sistemul de garanție returnare și în a doua parte în care sunt prezentate contribuțiile autorului în acest domeniu.

Primul capitol al lucrării are ca și tematică preocupările actuale privind deșeurile și recuperarea acestora. Pentru început sunt definite câteva elemente conceptuale și legislative privind deșeurile și sistemele de recuperare a deșeurilor se face de asemenea o scurtă incursiune în istoricul legislației privind managementul deșeurilor atât la nivelul României cât și la nivelul Uniunii Europene. Sunt prezentate de asemenea o serie de articole științifice de actualitate în care acest aspect al vieții economice și sociale este analizat dintr-o perspectivă științifică.

Al 2-lea capitol prezintă câteva soluții privind sistemul de garanție returnare în cadrul acestui capitol se face și o prezentare a sistemului de garanție returnare astfel cum este el conceput la nivelul României. Scopul principal al acestui sistem este de a contribui la îndeplinirea ȋntinelor de colectare și reciclare stabilite la nivel european și la care România a achiesat. Modul de calcul al îndeplinirii acestui deziderat este stabilit la nivel european ca un raport între numărul total de ambalaje introduse pe piață și numărul total de ambalaje validate în baza de date că fiind returnate în cadrul sistemului de garanție returnare.

Partea a 2-a a lucrării pornește cu prezentarea obiectivului și metodologiei de cercetare dezvoltare precum și a direcȋiilor în care se dorește să se îndrepte demersul științific în ceea ce privește fondul problemei dar și aspecte de natură procedurală. În acest context analiza trebuie să urmărească elemente precum percepȋia și comportamentul consumatorului, impactul economic, eficienȋa sistemului, impactul asupra mediului și sustenabilităȋii, realizarea unei comparaȋii între România și alte țări, prezentarea unor studii de caz locale, elemente de educaȋie ecologică sau o analiză juridică a fenomenului.

Implementarea Sistemului Garanȋie-Returnare (SGR) reprezintă un pas esenȋial spre o economie circulară și o gestionare responsabilă a deșeurilor. În acest context, analiza calităȋii produselor și serviciilor joacă un rol crucial în asigurarea eficienȋei și sustenabilităȋii sistemului.

În primul rând, evaluarea calităȋii ambalajelor produselor este fundamentală. Ambalajele trebuie să fie fabricate din materiale reciclabile, durabile și standardizate pentru a permite o colectare și un proces de reciclare eficiente. Ambalajele de slabă calitate pot compromite integritatea sistemului, crescând rata de respingere la punctele de colectare și reducând randamentul reciclării.

În al doilea rând, calitatea serviciilor oferite de operatorii economici – de la comercianȋi la centrele de colectare – influenȋează direct experienȋa consumatorului și încrederea acestuia în sistem. Un serviciu prompt, clar informat și orientat către client contribuie la creșterea gradului de participare a populaȋiei în procesul de returnare a ambalajelor.

Pe baza conceptelor de calitate identificate a fost realizată o cercetare calitativă în scopul identificării corelaȋiei așa cum este ea percepută în rândul stakeholderșilor în ceea ce privește calitatea și impactul asupra sistemului analizat. În vederea susȋinerii rezultatelor obȋnute prin analiza regresiei logistice, au fost realizate o serie de reprezentări grafice care ilustrează relaȋiile dintre variabila dependentă – preferinȋa pentru sistemul automatizat – și cei mai importanȋi predictori: percepȋia eficienȋei, simplitatea utilizării și încrederea în sistem.

Aceste grafice de tip scatterplot, însoțite de linii de regresie, oferă o imagine intuitivă și convingătoare asupra modului în care răspunsurile utilizatorilor se grupează și evoluează în funcție de fiecare factor în parte.

Ultima parte a lucrării este dedicată realizării unui sistem prototip de automatizare a sistemului având în vedere rezultatele specifice ale cercetării statistice realizate în cadrul demersului doctoral.

Capitolul 1. PREOCUPĂRI ACTUALE PRIVIND DEȘEURILE ȘI RECUPERAREA ACESTORA

Gestionarea deșeurilor a devenit un subiect central în contextul dezvoltării durabile, fiind abordată atât din perspectivă juridică, cât și din punct de vedere strategic și tehnologic. Conform legislației românești, deșeul este definit ca orice substanță sau obiect pe care deținătorul îl aruncă sau are intenția ori obligația de a-l arunca. Însă, într-o viziune modernă și sustenabilă, deșeurile sunt considerate resurse economice secundare, reintegrabile în circuitul productiv.

În consonanță cu politicile europene, Directiva (UE) 2018/851 promovează o abordare sistemică a deșeurilor, insistând pe trecerea de la simpla eliminare la o gestionare durabilă a materialelor. Această transformare vizează, printre altele, protejarea sănătății umane și a mediului, reducerea dependenței față de resursele primare, stimularea utilizării energiei regenerabile și consolidarea competitivității economice.

În acest context, managementul deșeurilor este definit ca ansamblul acțiunilor planificate de colectare, transport, tratare, valorificare și, în ultimă instanță, eliminare a deșeurilor. Accentul se mută tot mai mult spre valorificarea resurselor reziduale și integrarea acestora în lanțuri economice circulare.

Totodată, este evidențiat rolul actorilor instituționali și științifici în configurarea unui sistem de management eficient. Astfel, mediul academic, legislația națională și europeană, autoritățile de reglementare și sectorul economic au responsabilitatea de a coopera în vederea creării unor modele sustenabile, funcționale și inovative.

Un punct central îl reprezintă prevenirea generării deșeurilor, care implică reducerea conținutului de substanțe periculoase, scăderea emisiilor și maximizarea eficienței utilizării resurselor. Complementar, reutilizarea și reciclarea sunt tratate ca instrumente esențiale pentru extinderea duratei de viață a produselor și recuperarea valorii economice din materiale reziduale.

Capitolul oferă o analiză amplă a metodelor de tratare a deșeurilor municipale biodegradabile, dintre care cele mai frecvente sunt: tratarea termică avansată (piroliza, gazeificarea), autoclavarea, compostarea aerobă, fermentarea anaerobă și, ca soluție de ultimă instanță, depozitarea. Fiecare dintre acestea este evaluată în funcție de eficiența tehnologică, impactul ecologic și aplicabilitatea practică.

Din punct de vedere istoric, se constată o evoluție semnificativă a legislației privind deșeurile, de la abordări rudimentare la politici sofisticate de prevenire, reciclare și recuperare. Directiva-cadru 2008/98/CE, Regulamentul 1013/2006 privind transferurile deșeurilor și Directiva 2019/904/UE privind reducerea plasticului sunt doar câteva repere legislative care fundamentează actualul cadru normativ european și național.

Lucrarea explorează și Planul Național de Gestionare a Deșeurilor din România, care clasifică deșeurile în 18 categorii și promovează politici coerente pentru perioada 2015–2025.

Acesta este completat de Legea nr. 211/2011 privind regimul deșeurilor, transpunând directivele europene relevante.

În continuarea analizei, sunt prezentate exemple de bune practici și cercetări științifice recente privind colectarea, transportul, tratarea și reciclarea deșeurilor. Dintre acestea se remarcă: utilizarea inteligenței artificiale pentru optimizarea colectării DEEE-urilor, influența turismului asupra cantității de deșeurii municipale, precum și abordările logistice în transportul acestora.

Colectarea selectivă este ilustrată prin exemple concrete din România, inclusiv implementarea de puncte automate de colectare care recompensează utilizatorii cu vouchere. Sunt menționate și eforturile de eficientizare a colectării deșeurilor periculoase prin modele matematice și strategii sigure de manipulare.

Etapa de tratare este abordată în mod complex, incluzând incinerarea, digestia anaerobă și alte tehnologii adaptate specificului deșeurilor, inclusiv a celor periculoase sau nucleare. Cercetările recente explorează metode eficiente și ecologice de valorificare a deșeurilor industriale, alimentare, ceramice sau provenite din construcții.

De asemenea, lucrarea reliefează importanța chestionarelor în cercetarea managementului deșeurilor, oferind o bază empirică pentru analiza comportamentului actorilor implicați (cetățeni, autorități, operatori economici). Exemplele din diverse țări (Turcia, Spania, Italia, Brazilia) demonstrează aplicabilitatea acestei metode în studii comparative și de impact.

În final, se subliniază faptul că domeniul gestionării deșeurilor este într-o permanentă dinamică, cercetările actuale fiind tot mai specializate și orientate spre soluții pragmatice, inovative și sustenabile. Studiul optează, astfel, pentru o analiză axată pe cele cinci componente fundamentale ale unui sistem de management al deșeurilor: colectare, transport, tratare, reciclare și valorificare – considerate esențiale în tranziția către o economie circulară autentică.

Capitolul 2. SOLUȚII PRIVIND SISTEMUL DE GARANȚIE-RETURNARE

Implementarea Sistemului de Garanție-Returnare (SGR) în România reprezintă un pas esențial pentru alinierea la standardele europene privind gestionarea responsabilă a ambalajelor și reducerea impactului deșeurilor asupra mediului. Cu toate că lansarea oficială a sistemului era planificată pentru octombrie 2022, amânările repetate și provocările de ordin logistic și legislativ au generat incertitudini privind funcționarea acestuia.

SGR presupune reținerea unei garanții financiare de la consumator la achiziția unui produs ambalat, sumă care este rambursată la returnarea ambalajului. Sistemul implică toți actorii lanțului de producție și distribuție – producători, comercianți, consumatori, centre de colectare și reciclari – și are ca scop facilitarea colectării selective și reciclării ambalajelor nereutilizabile din sticlă, plastic și metal.

La baza sistemului se află un **administrator SGR**, reprezentat de o societate pe acțiuni, formată din asociații ale producătorilor (minimum 30% cotă de piață), statul român (20%) și eventual comercianți. Rolul acestui administrator este de a coordona întreaga activitate, de la înregistrarea ambalajelor până la raportarea publică a cantităților colectate și reciclate. Totuși, implicarea statului ca acționar a generat multiple întrebări privind responsabilitățile, finanțarea și posibilitatea obținerii de profit dintr-un sistem construit pe contribuția consumatorilor.

Implementarea efectivă presupune construirea unui **sistem informatic integrat**, raportări lunare și trimestriale, precum și trasabilitatea completă a ambalajelor. Producătorii și comercianții au obligații detaliate privind evidența, contractarea cu administratorul SGR, informarea consumatorilor și respectarea cerințelor tehnice și fiscale.

Din perspectiva **producătorilor**, aceștia trebuie să:

- țină evidențe contabile detaliate,
- marcheze ambalajele conform normelor,
- plătească garanțiile și tarifele de administrare,
- încheie contracte cu administratorul SGR,
- raporteze lunar datele privind ambalajele introduse și returnate.

Comercianții, la rândul lor, sunt obligați să:

- se înregistreze în sistem în termen de 90 de zile de la desemnarea administratorului,
- afișeze și restituie garanțiile la punctele de returnare,
- nu comercializeze produse de la producători neînregistrați,
- utilizeze sistemul informatic al administratorului pentru raportare,
- asigure protecția ambalajelor returnate și colaboreze cu autoritățile de control.

Obiectivele de colectare și reciclare cresc progresiv, atingând 90% pentru toate cele trei materiale (sticlă, plastic, metal) începând cu anul 2025. Lipsa unei colectări separate eficiente la nivelul autorităților locale a determinat performanțe scăzute ale României în privința reciclării deșeurilor municipale, situându-se la un nivel de aproximativ 14% în 2022, față de obiectivul european de 50%.

SGR se dorește a fi o soluție complementară pentru atingerea obiectivelor europene, putând aduce o creștere cu 7–10% a ratei de reciclare. Pentru aceasta, este necesară digitalizarea completă a procesului, folosirea GPS-ului pe vehiculele de colectare, a cântarelor digitale și a unor platforme informatice de monitorizare în timp real.

La nivel european, SGR este deja implementat în 11 state membre, începând cu Suedia (1984), până la Slovacia (2022), având rate de returnare între 87% și 96%. Alte state (Irlanda, Grecia, Polonia, Austria etc.) se află în faze de pregătire sau extindere a sistemului. România, deși a întreprins pași legislativi, rămâne în urma acestor țări în ceea ce privește infrastructura, colectarea separată și transparența datelor.

Capitolul detaliază și diverse **modele internaționale** de funcționare a SGR:

- **Croația:** sistem complet funcțional, inclusiv pentru ambalaje lactate.
- **Germania:** sistem extins, dar cu unele excepții; obligatoriu pentru majoritatea ambalajelor de băuturi.
- **Slovacia:** recent implementat, organizat printr-o entitate non-profit.
- **Elveția:** model voluntar, foarte eficient.
- **Franța, Ungaria, Polonia:** în proces de reglementare sau pilotare.

În paralel cu analiza juridică, lucrarea propune o **metodologie de implementare practică a unui SGR inteligent**, bazat pe:

- sisteme electronice de recompensare (cu carduri MIFARE, microcontrolere PIC16F877A, aplicații în Visual Basic);
- senzori pentru identificarea materialelor reciclate;
- interfață cu baze de date pentru urmărirea punctelor de recompensă și a cantităților reciclate.

Hardware-ul include componente specifice precum: LCD-uri 2x16 Hitachi, convertoare RS232, cititoare MIFARE, toate integrate într-un coș inteligent de reciclare. Această abordare oferă o direcție concretă pentru digitalizarea completă a procesului, având în vedere și exemple de bune practici internaționale și soluții de inteligență artificială.

În concluzie, pentru ca România să atingă țintele de reciclare și să evite sancțiunile europene, este imperativă nu doar lansarea efectivă a SGR, ci și integrarea sa cu un sistem logistic,

informatic și de comunicare publică coerent. În plus, extinderea gamei de ambalaje incluse și adoptarea de practici inovative, precum recompensarea automată și trasabilitatea digitală, vor contribui la crearea unui model național eficient și sustenabil.

Capitolul 3. CONCLUZII REFERITOARE LA STADIUL ACTUAL AL SISTEMULUI DE GARANȚIE-RETURNARE

În contextul presiunilor tot mai accentuate asupra resurselor naturale și al necesității tranziției către o economie circulară, Sistemul de Garanție-Returnare (SGR) reprezintă un instrument esențial pentru îmbunătățirea gestionării deșeurilor de ambalaje și stimularea comportamentului responsabil al consumatorilor. Studiul de față abordează dintr-o perspectivă multidisciplinară și aplicativă provocările și oportunitățile asociate implementării acestui sistem în România, în comparație cu modelele funcționale la nivel internațional.

Fundamentarea conceptuală și legislativă

În primul rând, cadrul conceptual al lucrării se fundamentează pe definiția deșeurilor ca resursă secundară, subliniind tranziția de la paradigma clasică de eliminare la una orientată spre valorificare. Legislația românească și cea europeană converg în promovarea principiilor economiei circulare, stipulând nu doar obligații privind colectarea și reciclarea ambalajelor, ci și ținte concrete de performanță. Directiva (UE) 2018/851 joacă un rol crucial, impunând statelor membre o viziune integrată privind gestionarea materialelor și promovând reutilizarea, reciclarea și reducerea emisiilor ca direcții esențiale.

În acest cadru, managementul deșeurilor este conceptualizat ca un proces strategic, care integrează colectarea, transportul, tratarea și valorificarea ambalajelor într-un mod care să minimizeze impactul asupra mediului și să maximizeze recuperarea resurselor. Se conturează astfel necesitatea unor intervenții coordonate între actorii instituționali, sectorul economic, comunitatea științifică și cetățeni, într-un efort comun de susținere a durabilității.

Stadiul actual al SGR în România

În România, SGR a devenit operațional începând cu 30 noiembrie 2023, vizând ambalajele de băuturi cu volume cuprinse între 0,1 și 3 litri. Deși sistemul este activ, implementarea sa se confruntă cu provocări semnificative, în special în zonele rurale și în rândul comercianților mici. Deficiențele identificate includ lipsa infrastructurii adecvate (ex. insuficiența RVM-urilor), dificultăți logistice și informarea insuficientă a populației. Cu toate acestea, în mediul urban s-au observat progrese, iar administratorul sistemului – RetuRO – și-a asumat extinderea infrastructurii și digitalizarea proceselor.

Modele internaționale și bune practici

Comparativ, în țări precum Germania, Norvegia sau Lituania, SGR-ul este bine consolidat, atingând rate de colectare de peste 90%. Aceste performanțe sunt rezultatul unor investiții consistente în infrastructura de colectare, implicarea activă a cetățenilor, reglementări clare și parteneriate eficiente între stat și sectorul privat. Valoarea garanției, nivelul de digitalizare și standardizarea sistemului sunt factori decisivi în succesul acestora. Experiențele internaționale arată că sistemele administrate de entități private, dar reglementate public, obțin rezultate superioare față de cele exclusiv publice, datorită eficienței operaționale și adaptabilității crescute. Totodată, acceptabilitatea socială și campaniile de educare au un rol determinant în asigurarea participării active a consumatorilor.

Contribuția cercetării științifice

Cercetarea în domeniul SGR este într-o etapă de expansiune, fiind abordată din multiple perspective: economică, ecologică, socială, comportamentală și tehnologică. Studiile economice vizează analiza cost-beneficiu, impactul asupra IMM-urilor și reglementarea

eficientă. Din punct de vedere ecologic, cercetarea se concentrează pe evaluarea performanței sistemului prin metode precum LCA și pe estimarea impactului asupra emisiilor de carbon și consumului de resurse.

Componenta socială este reprezentată de analiza comportamentului consumatorilor, factorilor psihosociali care influențează returnarea ambalajelor și acceptabilitatea socială a sistemului. În paralel, cercetarea tehnologică explorează dezvoltarea de aparate automate (RVM-uri), coduri de trasabilitate digitală și soluții pentru optimizarea logisticii inverse.

Tendențe și perspective de cercetare

Direcțiile emergente ale cercetării includ digitalizarea SGR – cu accent pe trasabilitate prin blockchain, coduri inteligente (QR, RFID) și analiză predictivă prin inteligență artificială. Totodată, se evidențiază interesul pentru evaluarea impactului social asupra categoriilor vulnerabile, integrarea principiilor de echitate socială și dezvoltarea unor modele de guvernanță participativă.

În plus, accentul se va deplasa către analiza integrativă a sistemului, inclusiv în relație cu alte forme de colectare, precum infrastructura informală sau colectarea la poartă. Se conturează nevoia de armonizare internațională a standardelor, precum și de consolidare a rolului cercetării în designul ambalajelor, adaptat cerințelor circulare. În paralel, va fi esențială înțelegerea și stimularea comportamentelor sustenabile pe termen lung, prin instrumente educaționale, digitale și culturale.

Capitolul 4. DIRECȚIILE, OBIECTIVUL PRINCIPAL ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN DOMENIUL SGR

Acest capitol definește cadrul strategic al cercetării doctorale, delimitând direcțiile esențiale de dezvoltare științifică, obiectivele fundamentale și metodologia aferentă procesului de analiză și inovare în implementarea Sistemului de Garanție-Returnare (SGR) în România.

4.1. Direcții prioritare de cercetare-dezvoltare

Pornind de la analiza stadiului actual al SGR în România, sunt conturate direcții de cercetare relevante, structurate multidimensional:

- **Percepția și comportamentul consumatorilor:** Se investighează nivelul de informare, factorii demografici și economici care influențează participarea (vârstă, educație, venit, mediu de rezidență), motivațiile financiare și eventualele obstacole în utilizarea sistemului.
- **Impactul economic asupra actorilor de pe lanțul valoric:** Sunt analizate costurile și beneficiile pentru comercianți și producători, precum și potențialul SGR ca motor pentru dezvoltarea industriilor verzi.
- **Eficiența logistică și operațională a SGR:** Se evaluează distribuția punctelor de returnare, accesibilitatea, problemele tehnice și potențialul de automatizare prin soluții digitale (RVM-uri, QR, aplicații).
- **Impactul ecologic și sustenabilitatea sistemului:** Se estimează reducerea deșeurilor abandonate, comparația cu alte metode de colectare și diminuarea emisiilor de carbon.
- **Comparativ internațional:** Se analizează poziționarea României față de alte state UE în termeni de eficiență și implementare, cu accent pe bune practici și diferențe culturale sau legislative.

- **Analiza juridico-instituțională:** Sunt evidențiate rolurile și responsabilitățile instituțiilor implicate (AFM, Ministerul Mediului, operatori), dar și obstacolele legislative și birocratice întâlnite.
- **Studii de caz locale:** Se compară implementarea în zone urbane mari (București, Cluj, Iași) cu mediul rural, investigând barierele practice și inițiativele comunitare.
- **SGR și educația ecologică:** Se subliniază importanța campaniilor de informare și implicarea actorilor educaționali și mass-media în formarea comportamentelor pro-ecologice.

4.2. Obiectivul principal al cercetării

Scopul general al cercetării este de a realiza un **studiu complex privind eficiența, percepția publică și impactul socio-economic și ecologic al SGR în România**, cu accent pe identificarea factorilor determinanți ai succesului și formularea unor modele inovative de îmbunătățire. În acest sens, se urmăresc:

1. Investigarea cunoașterii, implicării și motivației populației privind SGR.
2. Evaluarea impactului economic asupra tuturor actorilor implicați.
3. Analiza eficienței logistice și a infrastructurii SGR la nivel național.
4. Cuantificarea beneficiilor de mediu.
5. Compararea sistemului românesc cu alte modele europene.
6. Examinarea cadrului legal și instituțional actual.

Aceste obiective vor fundamenta propunerea unor soluții concrete pentru optimizarea sistemului SGR, în raport cu particularitățile contextului românesc.

4.3. Metodologia cercetării-dezvoltare

Metodologia se axează pe o abordare riguroasă, atât cantitativă cât și calitativă. Elementele principale includ:

- **Chestionar aplicat populației generale** pentru a evalua nivelul de cunoaștere, percepția, gradul de implicare și receptivitatea față de SGR. Eșantionarea este reprezentativă statistic.
- **Testarea unor ipoteze specifice** privind nivelul de informare, percepția avantajelor, impactul asupra mediului și deschiderea populației către sistemul automat.
- **Inovație tehnologică:** Propunerea unui sistem de scanare în patru puncte, cu senzori pentru identificarea materialelor (plastic, aluminiu, sticlă), menită să crească acuratețea și să reducă fraudă, timpul de așteptare și nemulțumirea utilizatorilor.
- **Evaluarea calității ambalajelor și serviciilor** implicate în circuitul SGR: se pune accent pe standardizare, durabilitate, organizarea centrelor de colectare, profesionalismul personalului și comunicarea eficientă cu publicul.

În ansamblu, metodologia propusă asigură o analiză comprehensivă a sistemului SGR, oferind o bază solidă pentru dezvoltarea unor modele inovatoare de implementare, adaptate realităților socio-economice și culturale din România.

Capitolul 5. CENTRALIZAREA DATELOR STATISTICE PRIVIND PERCEPȚIA SISTEMULUI DE GARANȚIE RETURNARE ÎN RÂNDUL POPULAȚIEI DIN ROMÂNIA

Scopul chestionarului realizat este de a evidenția măsura în care Sistemul de Garanție-Returnare este cunoscut în România și care este modalitatea concretă de realizare optimă în viziunea consumatorilor.

Chestionarul trebuie să răspundă la următoarele întrebări:

1. Cât de cunoscut este Sistemul de Garanție-Returnare în rândul populației generale din România;

2. Care sunt avantajele utilizării Sistemului de Garanție-Returnare în mod automatizat în viziunea consumatorului;

3. Care este impactul pentru mediu în viziunea consumatorului;

4. Cât de receptivi sunt consumatorii din România la implementarea acestui sistem.

Pornind de la aceste elemente am definit următoarele ipoteze de lucru:

1. Ipoteză: Un procent semnificativ al populației generale din România nu este familiarizat cu Sistemul de Garanție și Returnare.

a. Ipoteza nulă (H_0): Nu există diferențe semnificative în cunoașterea Sistemului de Garanție și Returnare în rândul populației generale din România.

b. Ipoteza alternativă (H_1): Există diferențe semnificative în cunoașterea Sistemului de Garanție și Returnare în rândul populației generale din România.

2. Ipoteză: Consumatorii din România consideră că utilizarea automatizată a Sistemului de Garanție și Returnare are mai multe avantaje.

a. Ipoteza nulă (H_0): Nu există diferențe semnificative în percepția avantajelor utilizării automate a Sistemului de Garanție și Returnare în viziunea consumatorului.

b. Ipoteza alternativă (H_1): Există diferențe semnificative în percepția avantajelor utilizării automate a Sistemului de Garanție și Returnare în viziunea consumatorului.

3. Ipoteză: Consumatorii din România consideră că implementarea Sistemului de Garanție și Returnare automatizat are un impact redus asupra mediului.

a. Ipoteza nulă (H_0): Nu există diferențe semnificative în percepția impactului asupra mediului în viziunea consumatorului.

b. Ipoteza alternativă (H_1): Există diferențe semnificative în percepția impactului asupra mediului în viziunea consumatorului.

4. Ipoteză: Consumatorii din România sunt receptivi la implementarea Sistemului de Garanție și Returnare automatizat.

a. Ipoteza nulă (H_0): Nu există diferențe semnificative în receptivitatea consumatorilor din România față de implementarea acestui sistem.

b. Ipoteza alternativă (H_1): Există diferențe semnificative în receptivitatea consumatorilor din România față de implementarea acestui sistem.

Au fost realizate grafice reprezentative cu răspunsurile la întrebări.



Figura 5.1.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 1



Figura 5.2.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 2

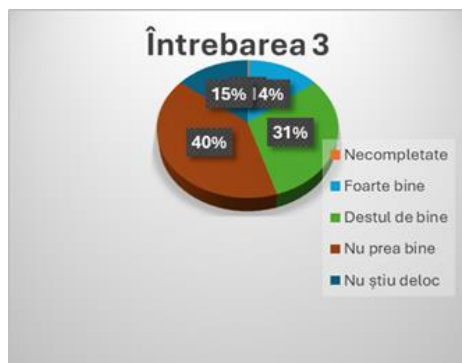


Figura 5.3.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 3

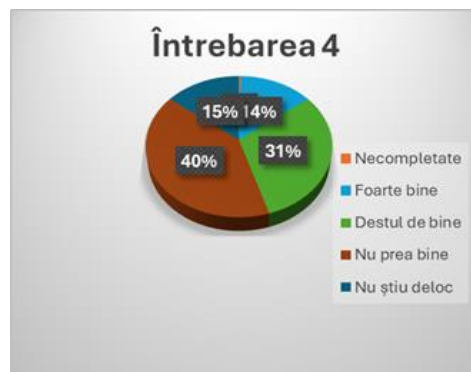


Figura 5.4.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 4



Figura 5.5.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 5

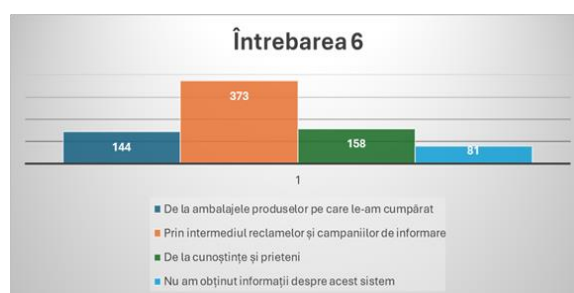


Figura 5.6.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 6

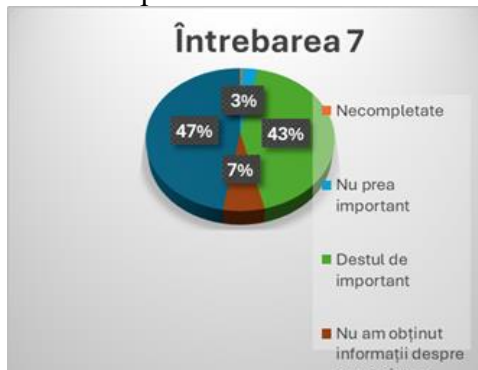


Figura 5.7.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 7

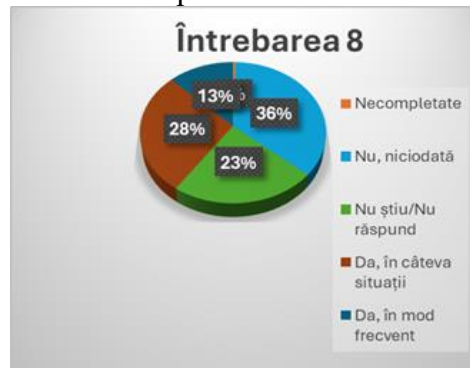


Figura 5.8.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 8



Figura 5.9.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 9



Figura 5.10.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 10



Figura 5.11.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 11

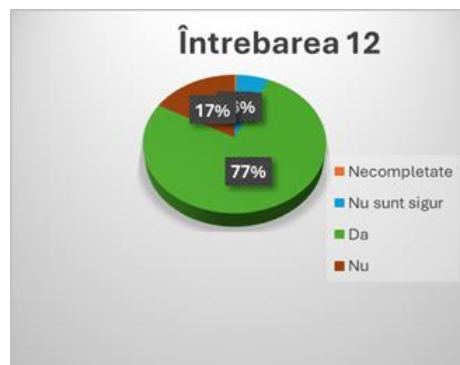


Figura 5.12.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 12



Figura 5.13.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 13



Figura 5.15.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 15



Figura 5.16.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 16

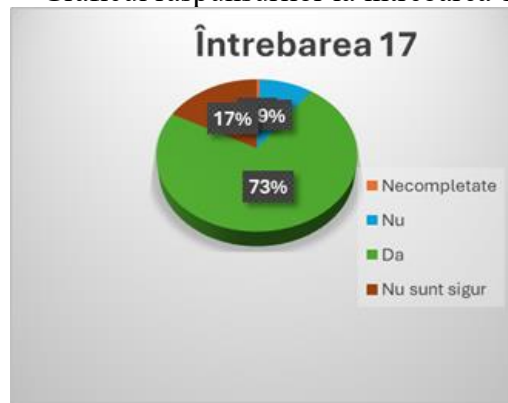


Figura 5.17.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 17

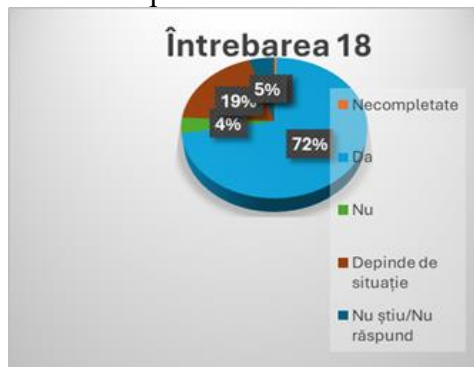


Figura 5.18.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 18



Figura 5.19.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 19



Figura 5.21.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 21



Figura 5.23.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 23



Figura 5.24.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 24

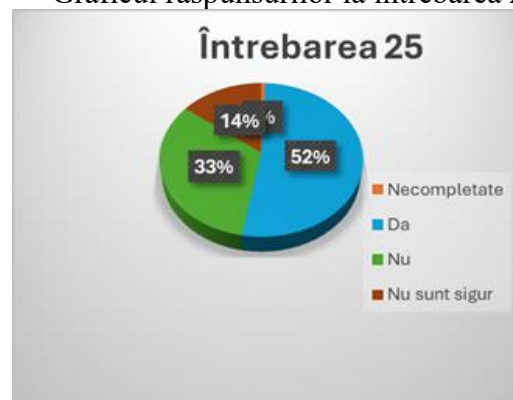


Figura 5.25.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 25



Figura 5.26.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 26

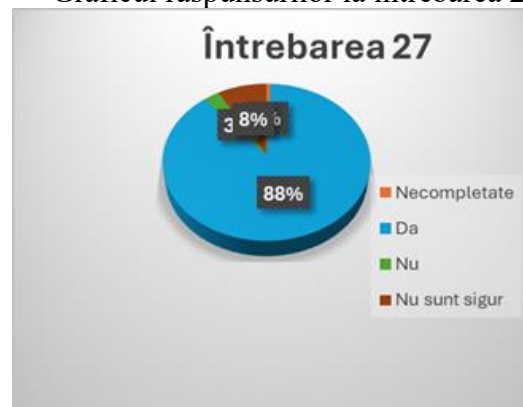


Figura 5.27.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 27

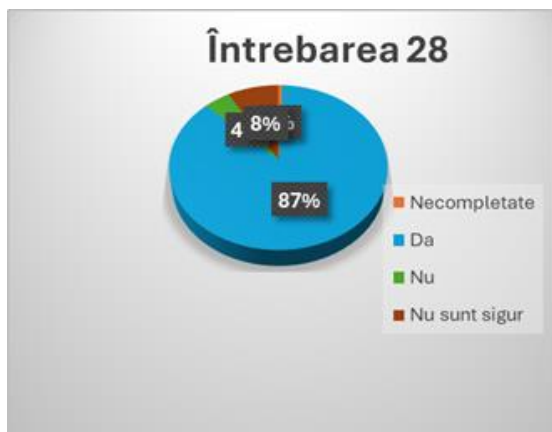


Figura 5.28.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 28



Figura 5.29.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 29

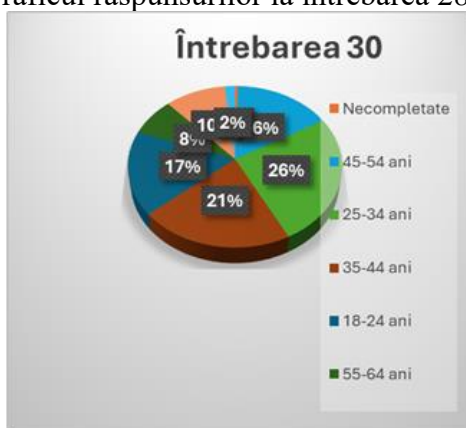
Figura 5.30. Graficul răspunsurilor la
întrebarea 30

Figura 5.31.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 31

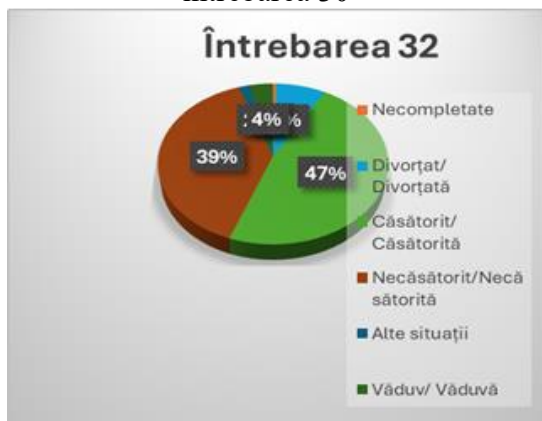


Figura 5.32.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 32

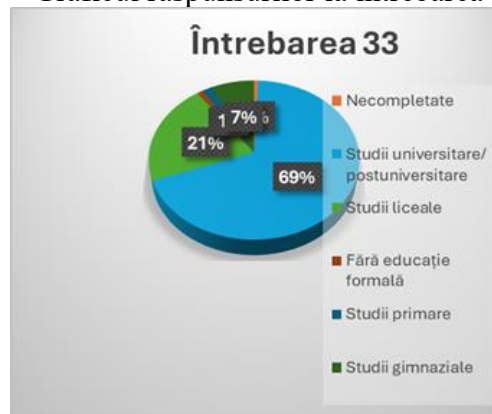
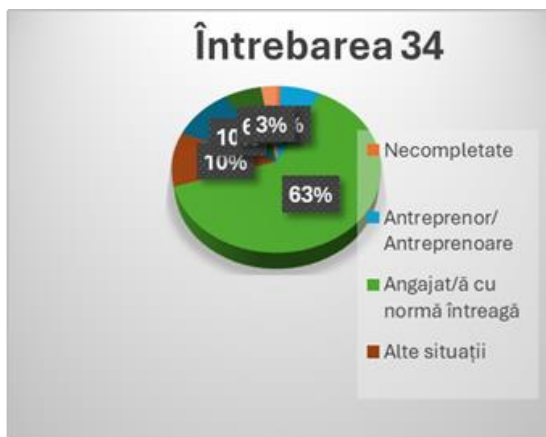


Figura 5.33.

Graficul răspunsurilor la întrebarea 33

Figura 5.34. Graficul răspunsurilor la
întrebarea 34Figura 5.35.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 37Figura 5.36. Graficul răspunsurilor la
întrebarea 38Figura 5.37.
Graficul răspunsurilor la întrebarea 39

Capitolul 6. ANALIZA REPREZENTATIVITĂȚII EȘANTIONULUI ȘI VERIFICAREA IPOTEZELOR CERCETĂRII

Capitolul 6 al tezei se concentrează pe validarea științifică a cercetării printr-o analiză statistică detaliată, menită să demonstreze reprezentativitatea eșantionului utilizat și să verifice ipotezele formulate privind percepția populației adulte din România asupra Sistemului de Garanție-Returnare (SGR).

Cu un eșantion de **604 respondenți**, cercetarea vizează populația adultă a României (estimată la aproximativ 15 milioane de persoane). A fost calculată o **marjă de eroare de $\pm 3,99\%$** , cu un **interval de încredere de 95%**, indicând o **reprezentativitate ridicată**. De asemenea, au fost analizate subgrupurile în funcție de **vârstă, gen și venit**, evidențiindu-se o acoperire echilibrată pentru majoritatea categoriilor demografice, cu o ușoară subreprezentare a segmentului 65+ ani și al persoanelor cu venituri sub salariul minim.

Au fost testate statistic patru ipoteze esențiale, utilizând testul **Chi-pătrat (χ^2)**:

1. **Gradul de familiaritate al populației cu SGR;**
2. **Percepția asupra avantajelor automatizării sistemului;**
3. **Evaluarea impactului SGR asupra mediului;**

4. Receptivitatea consumatorilor la implementarea sistemului.

Pentru fiecare ipoteză, valorile **p-value** au fost **> 0.05**, ceea ce indică **lipsa diferențelor semnificative** între răspunsurile categoriilor analizate și, implicit, un grad ridicat de omogenitate a percepțiilor la nivelul populației.

Pe baza analizei, rezultă că **majoritatea respondenților sunt familiarizați cu SGR**, recunosc **avantajele automatizării**, percep sistemul ca având un **impact pozitiv asupra mediului** și manifestă o **receptivitate favorabilă** față de adoptarea sa.

În concluzie, cercetarea validează că SGR este perceput în mod pozitiv de publicul român, iar analiza statistică riguroasă oferă **un fundament solid pentru recomandările de politici publice**. Rezultatele susțin necesitatea **consolidării infrastructurii**, a **optimizării procesului logistic** și a **campaniilor de conștientizare** pentru a atinge țintele ambițioase de colectare și reciclare stabilite la nivel național și european.

Pentru calculul eșantionului, am considerat populația adultă a României de 15 milioane persoane folosind formula:

$$\text{Marja de eroare (ME)} = Z \times \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \times \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

Unde

Z = 1.96 (pentru un interval de încredere de 95%)

P = 0.5 (valoare conservatoare pentru maximizarea marjei de eroare)

n = dimensiunea eșantionului

N = populația totală adultă a României (15 milioane)

Pornind de la formula marjei de eroare, facem calculele pentru reprezentativitatea eșantionului de 604 răspunsuri primite la chestionarul aplicat.

Populația totală (N): 15.000.000 (populația adultă estimată a României)

Dimensiunea eșantionului (n): 604 respondenți (numărul de răspunsuri primite)

Nivelul de încredere (Z): 1.96 (corespunde unui interval de încredere de 95%)

Proporția estimată (p): 0.5 (valoare conservatoare pentru maximizarea marjei de eroare)

Marja de eroare (ME): 3.99% ($\pm 3.99\%$)

Interval de încredere: [46.01%, 53.99%].

Acest rezultat indică faptul că răspunsurile colectate sunt reprezentative pentru întreaga populație adultă a României, cu o precizie ridicată.

În cadrul studiului, pentru a evidenția și mai bine elementele de reprezentativitate, am făcut calculele de reprezentativitate pentru subgrupurile de vârstă, gen și venit.

Reprezentativitatea pe grupe de vârstă:

Tabel 6.1. Analiza reprezentativității pe grupe de vârstă

Grupă de vârstă	Dimensiune eșantion	Marja de eroare (ME)	Interval de încredere
25-34 ani	156	7.85%	[42.15%, 57.85%]
35-44 ani	129	8.63%	[41.37%, 58.63%]
18-24 ani	102	9.70%	[40.30%, 59.70%]
45-54 ani	97	9.95%	[40.05%, 59.95%]
65+ ani	61	12.55%	[37.45%, 62.55%]

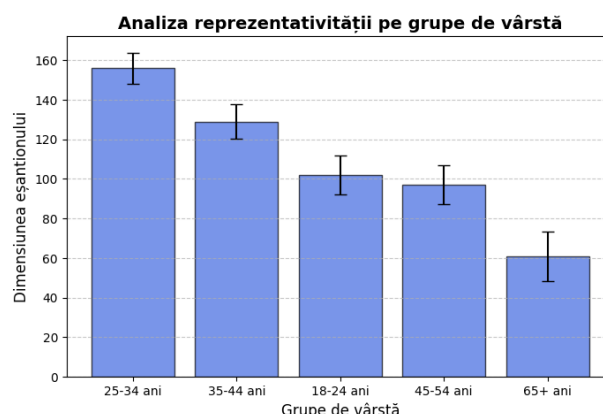


Figura 6.1. Analiza reprezentativității pe grupe de vârstă

Putem observa faptul că Grupele 25-34 ani și 35-44 ani au o reprezentativitate bună, cu o marjă de eroare sub 9%, iar pentru 65+ ani, marja de eroare de 12.55% sugerează că acest segment este subreprezentat în eșantion.

Reprezentativitatea pe gen:

Tabel 6.2. Analiza reprezentativității pe gen

Gen	Dimensiune eșantion	Marja de eroare (ME)	Interval de încredere
25-34 ani	321	5.46%	[44.54%, 55.46%]
35-44 ani	283	5.86%	[44.14%, 55.86%]

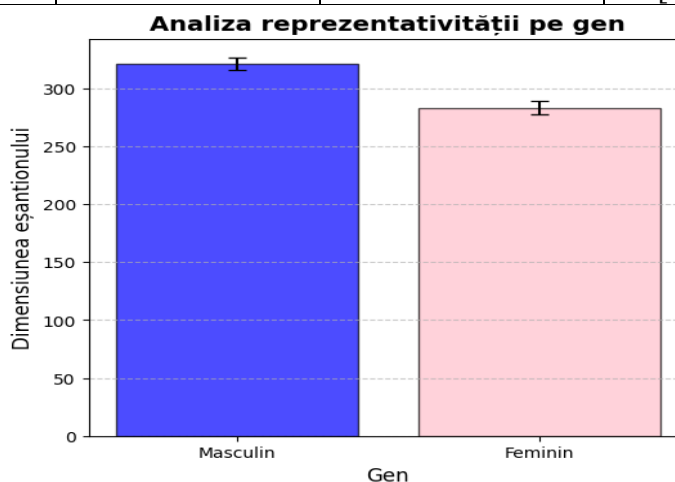


Figura 6.2. Analiza reprezentativității pe gen

Ambele grupuri au o marjă de eroare sub 6%, ceea ce indică o bună reprezentativitate.

Tabel 6.3. Analiza reprezentativității pe categorii de venit

Interval venit	Dimensiune eșantion	Marja de eroare (ME)	Interval de încredere
Sub salariul minim	98	9.89%	[40.11%, 59.89%]
Peste salariul minim	201	6.92%	[43.08%, 56.92%]
Peste medie națională	174	7.51%	[42.49%, 57.51%]
Nu răspund	131	8.52%	[41.48%, 58.52%]

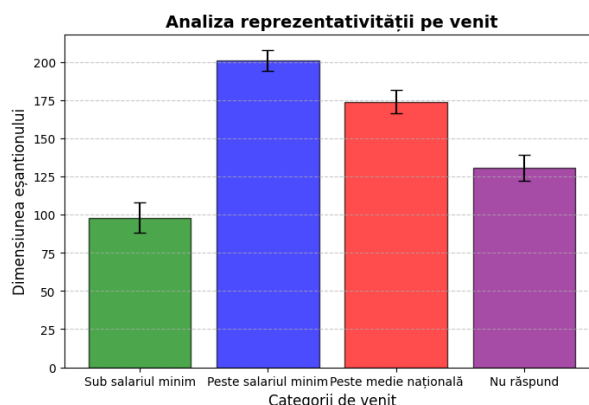


Figura 6.3. Analiza reprezentativității pe grupe de venit

În ceea ce privește analiza de reprezentativitate putem spune că Eșantionul este reprezentativ pentru populația adultă a României, având o marjă de eroare generală de 3.99%, genul este bine echilibrat, cu o reprezentativitate aproape egală între bărbați și femei. Grupele de vârstă 25-44 ani sunt bine reprezentate, dar persoanele peste 65 de ani sunt subreprezentate. Veniturile medii și peste medie sunt bine captate, dar cei cu venit sub salariul minim sunt subreprezențați.

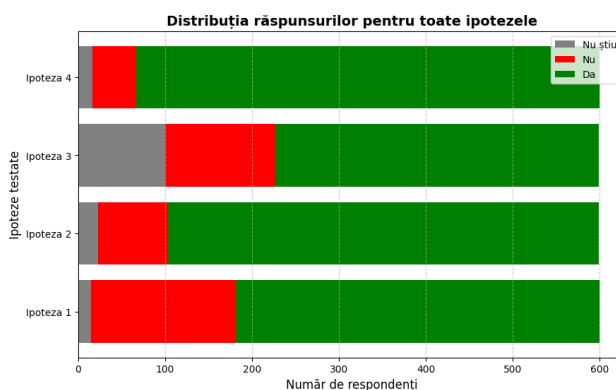


Figura 6.8. Graficul centralizat al distribuției răspunsurilor în cazul celor 4 ipoteze

Frecvențele așteptate sunt calculate astfel încât fiecare categorie să aibă o distribuție echilibrată bazată pe datele disponibile. Deoarece avem doar un singur eșantion și categoriile sunt independente, frecvențele așteptate sunt egale cu cele observate:

$$E = O$$

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E} = \frac{(533 - 533)^2}{533} + \frac{(51 - 51)^2}{51} + \frac{(16 - 16)^2}{16}$$

$$\chi^2 = 0$$

În concluzie:

$$\chi^2 = 0.0$$

$$P = 1.0$$

Nici în acest caz rezultatul final nu indică diferențe semnificative.

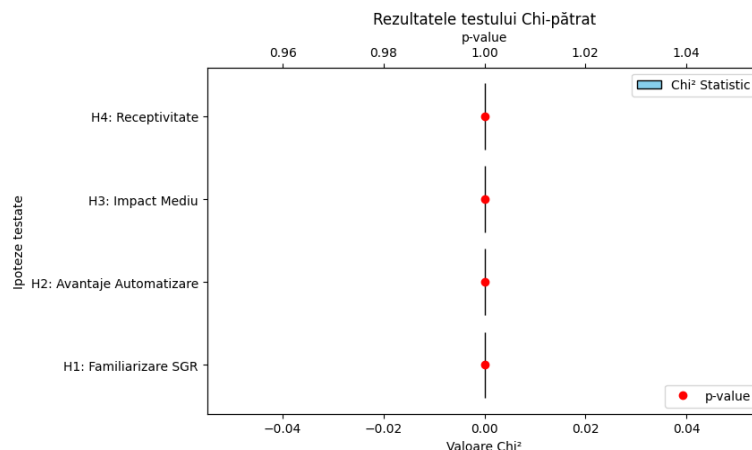


Figura 6.9. Rezultatele testului chi-pătrat

Graficul 6.9 prezintă rezultatele testului Chi-pătrat aplicat pentru a evalua relația dintre variabilele demografice și atitudinea respondenților față de Sistemul de Garanție și Returnare (SGR). Pe axa verticală sunt listate ipotezele testate, iar pe axa orizontală se află valorile Chi-pătrat și p-value asociate fiecărei ipoteze, în care Barele albastre (Chi-pătrat Statistic) – indică variațiile ipotezelor testate iar punctele roșii (p-value) – arată semnificația statistică.

impactului implementării reglementărilor europene și naționale referitoare la Sistemul de Garanție-Returnare în România. Ipotezele verificate au fost în număr de 4 și s-au referit la familiarizarea cu sistemul de Garanție și Returnare, avantajele pe care automatizarea unui astfel de sistem le generează reducerii impactului asupra mediului și receptivitatea cumpărătorilor față de un astfel de sistem.

Studiile analizate confirmă eficiența SGR în reducerea deșeurilor de ambalaje și promovarea reciclării, dar și necesitatea unor ajustări continue pentru îmbunătățirea sistemului.

Pe măsură ce sistemul SGR se consolidează în România, sunt necesare studii suplimentare pentru a evalua impactul pe termen lung asupra ratei de reciclare, comportamentului consumatorilor și sustenabilității economice a acestuia.

Implementarea eficientă a SGR depinde de cooperarea dintre guvern, retailerii, producători și consumatori, iar politicile publice trebuie să fie adaptate pentru a susține un sistem funcțional și eficient.

Analiza statistică indică faptul că eșantionul utilizat este reprezentativ pentru populația adultă a României, având o marjă de eroare acceptabilă și un interval de încredere adecvat. Testul Chi-pătrat aplicat ipotezelor formulate nu a evidențiat diferențe semnificative statistic între categoriile analizate, ceea ce sugerează că percepțiile respondenților sunt omogene în ceea ce privește Sistemul de Garanție-Returnare. Verificarea ipotezelor s-a făcut utilizând testul Chi-pătrat (χ^2), individual pentru fiecare dintre cele 4 ipoteze. Toate cele 4 ipoteze au fost confirmate.

Capitolul 7. STUDII PRIVIND CALITATEA CU IMPACT ASUPRA SISTEMULUI DE GARANȚIE RETURNARE

Capitolul 7 din teza de doctorat analizează rolul determinant al calității în implementarea eficientă a Sistemului de Garanție-Returnare (SGR), oferind un cadru teoretic și aplicativ pentru evaluarea produselor, lucrărilor și serviciilor (P/L/S) implicate în acest

proces. Construcția conceptuală a capitolului este fundamentată pe două instrumente analitice esențiale: **bucula calității** și **diagrama cercurilor calității**, care permit o examinare sistematică a modului în care cerințele utilizatorilor, proiectarea și execuția se corelează în cadrul SGR.

Bucula calității este abordată ca model integrator ce parcurge întreg ciclul de viață al unui P/L/S – de la marketing și concepție, la fabricație, distribuție și postutilizare – evidențiind impactul fiecărei etape asupra performanței generale a sistemului. În contextul SGR, această abordare permite identificarea factorilor critici care influențează succesul operațional: calitatea ambalajelor, infrastructura de colectare, eficiența logistică, dar și experiența consumatorului la punctele de returnare.

Modelul conceptual al buclei calității are ca specific considerarea separată (individuală) a contribuțiilor diferitelor faze ale buclei. De asemenea, ordinea de abordare a acestor faze este corelată cu cea (ordinea) a algoritmului de concepție și dezvoltare a unui P/L/S.

Astfel, prima fază (etapă) a buclei calității este „Marketing (Cercetarea de Piață)” – aceasta fiind o etapă decisivă pentru succesul produsului.

Argumentarea importanței decisive a acestei prime faze a buclei calității rezidă în principal în următoarele 2 aspecte:

- Un marketing și o cercetare de piață științifică și calitativă asigură o bună receptare (primire) a produsului respectiv în piață (segmentarea corectă a pieței inclusiv din punctul de vedere al categoriei de clienți cărora li se adresează P/L/S).
- Se constituie o importantă bază de date privind caracteristicile și performanțele tehnice necesare produsului respectiv prin prisma „necesităților exprimate și implicite” ale clienților, adevărații arbitri și judecători ai calității produsului.

A 2-a fază a buclei calității „Concepția, proiectarea și dezvoltarea P/L/S” are o pondere foarte importantă în calitatea finală. Acest aspect se manifestă pregnant mai ales în cadrul P/L/S-urilor noi sau modernizate.

Similar dictonului din medicină „este mai ușor să previi decât să tratezi și să vindeci”, acordarea atenției cuvenite acestei a 2-a faze a buclei calității minimizează cheltuielile cauzate de eventualele reparații de după execuție.

Astfel, este recunoscut că cca 80% din cauzele rebuturilor (defectelor) decurg din proiectare și doar cca 20% din fabricație.

În faza de concepție și proiectare se stabilesc următoarele:

- Soluția constructivă optimă.
- Natura și caracteristicile materiilor prime și materialelor necesare (inclusiv consumurile specifice).
- Necesarul și caracteristicile utilajelor, sculelor, dispozitivelor și verificatoarelor (SDV-istica) aferente execuției.

Alt argument care reflectă importanța fazei de concepție, proiectare și dezvoltare a produsului este acela că una dintre cele mai eficiente metode de îmbunătățire a calității, și anume „Analiza Valorii” vizează tocmai această fază (de concepție și proiectare).

În același context, se consideră că dacă nu este proiectată corect odată cu produsul, calitatea nu se va putea obține în timpul fabricației. Exemplu: „cartușul” din orice desen al unui proiect de execuție are mai multe rubrici, printre care și „Tipul Materialului”. În cazul nefericit în care materialul nu este ales corect (și prevăzut) încă din faza de concepție și proiectare, fabricația (execuția propriu-zisă) nu poate conferi P/L/S-ului respectiv calitatea prescrisă.

Importanța fazei de concepție și proiectare rezidă și în faptul că deciziile și soluțiile adoptate în această fază nu pot fi schimbate în cadrul fazei de execuție (fabricație propriu-zisă) decât cu acordul proiectantului (se cer derogări de la proiect, derogări care trebuie să fie

aprobate de proiectant – de exemplu schimbarea materialului, în lipsa celui prevăzut prim proiect).

Principalele elemente caracteristice fazei a 3-a a buclei calității (Aprovizionare) sunt prezentate în continuare:

- Studiul pieței furnizorilor și a dinamicii acesteia (orice schimbare survenită în piața furnizorilor trebuie analizată și interpretată).
- Calitatea contractelor constă în prevederea unor termene de livrare eșalonate rațional și judicios, în directă corelație cu necesitățile procesului tehnologic.
- Selecționarea materiilor prime, materialelor etc în primul rând pe criterii calitative și al raportului calitate / preț optim (maxim).

Principala caracteristică a fazei a 4-a a buclei calității, „Pregătirea Fabricației” este asigurarea condițiilor, atât din punct de vedere al Resursei Umane cât și al Mijloacelor Fixe (Utilaje, Agregate, Scule, Dispozitive) necesare realizării tuturor operațiilor (etapelor) fluxului tehnologic la parametri tehnici și tehnologici prescriși.

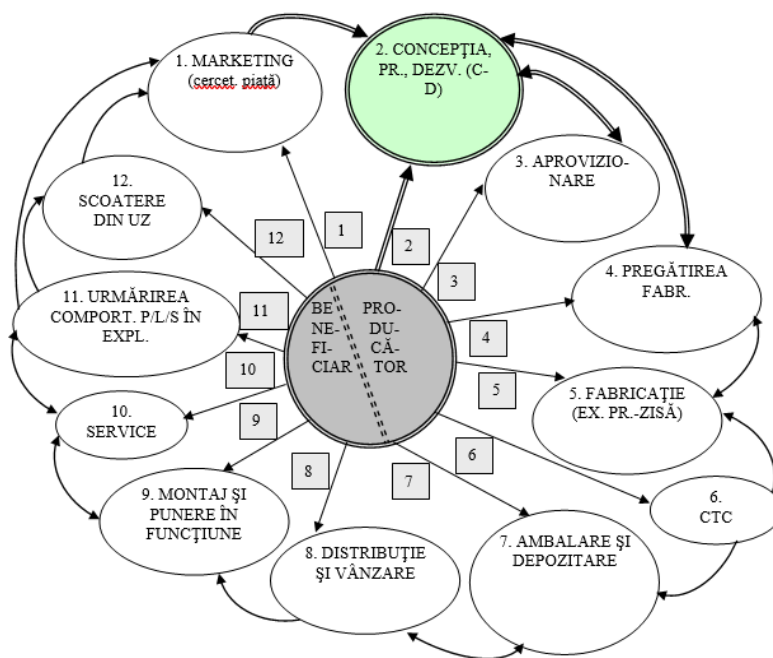


Figura 7.1. Modelul conceptual al buclei calității unui P/L/S

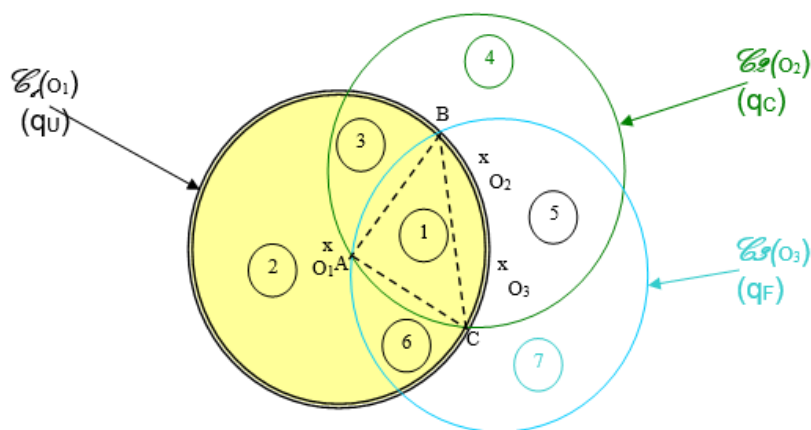


Figura 7.3. Diagrama cercurilor calității

Caracteristicile specifice fiecărei zone de neconformitate sunt prezentate sintetic în tabelul 7.1.

Tabel 7.1. Caracteristicile zonelor de neconformitate din diagrama cercurilor calității

Nr. crt.	Nr. zonei	Denumirea zonei	Caracteristicile zonei	Observații
1.	(1)	Calitate conformă (zonă optimă)	<i>Cerințele clienților sunt proiectate și realizate în totalitate</i>	Calitate TOTALĂ
2.	(2)	<i>Cerințe clienți nesatisfăcute</i>	<i>Cerințele exprimate de clienți sunt neproiectate și nerealizate</i>	Lipsa <i>totală a calității</i> (P/L/S „nociv”)
3.	(3)	<i>Zona cu defecte (neconformități de realizare)</i>	<i>Cerințele clienților au fost proiectate, dar nu au fost realizate</i>	Produse cu <i>defecte de execuție</i> („cvasi-rebuturi”)
4.	(4)	<i>Zona calității inutile</i>	<i>Caracteristici proiectate fără a fi cerute de clienți și nici realizate</i>	Eventual <i>de realizat un prototip (sau serie mică) pentru testarea pieței</i>
5.	(5)	<i>Zona calității în exces (supracalitate)</i>	<i>Caracteristici proiectate și executate, dar necerute de clienți</i>	<i>Testare și „educare” piață-cucerire noi segmente de piață și eliminarea concurenței</i>
6.	(6)	<i>Zona „minunilor” (fortuite, sau voite)</i>	<i>Calitate cerută, neproiectată, dar realizată</i>	<i>Execuția a salvat proiectarea</i>
7.	(7)	<i>Zona „risipei de calitate”</i>	<i>Înșușiri necerute de clienți, neproiectate, dar realizate</i>	<i>Costuri de producție nejustificate</i>

Capitolul 8. STUDIU PRIVIND ELEMENTELE DEFINITORII ALE CALITĂȚII ÎN DOMENIUL SISTEMELOR AUTOMATE SGR

Capitolul 8 marchează culminația demersului științific întreprins în cadrul acestei teze, propunând o serie de **modele inovative** pentru implementarea Sistemului de Garanție-Returnare (SGR) în România. Aceste modele sunt construite pe baza unei analize sistemice și multidimensionale, integrând datele obținute din cercetarea empirică, concluziile teoretice formulate în capitolele anterioare, precum și cele mai bune practici europene și internaționale.

Fundamentul acestor propuneri este reprezentat de nevoia **adaptării SGR la specificul național**, atât din punct de vedere cultural, cât și logistic și tehnologic. Se propune

astfel un **cadru flexibil**, dar riguros, care să permită evoluția sistemului în etape clar definite, cu obiective cuantificabile și mecanisme de monitorizare permanentă.

Modelul general al SGR este disecat în componente esențiale – proiectare, colectare, logistică inversă, rambursare, educare și feedback – fiecare abordată prin prisma **principiilor calității totale, economiei circulare și eficienței sustenabile**. Sunt identificate patru direcții majore de inovare:

1. **Digitalizarea SGR** – prin implementarea codurilor QR, aplicațiilor mobile și sistemelor de trasabilitate în timp real, se facilitează gestionarea eficientă a ambalajelor returnate, reducerea fraudelor și optimizarea logisticii inverse.
2. **Automatizarea punctelor de colectare** – propunerea extinderii utilizării echipamentelor RVM (Reverse Vending Machines), adaptate inclusiv pentru zonele rurale, contribuie la uniformizarea accesului populației la infrastructura de returnare.
3. **Integrarea într-un sistem informatic centralizat** – care permite analizarea datelor în timp real, ajustarea dinamică a fluxurilor logistice și generarea de rapoarte de performanță pentru toate entitățile implicate (retaileri, producători, autorități).
4. **Modelul educațional-participativ** – un demers sistemic de implicare a consumatorului, prin campanii constante de informare, jocuri educaționale, programe de fidelizare și recompensare, dar și prin crearea unei culturi civice a responsabilității ecologice.

Capitolul propune și o **hartă conceptuală de implementare graduală**, începând cu optimizarea zonelor pilot și extinderea controlată a sistemului în funcție de performanțele înregistrate. De asemenea, este recomandată instituirea unui **mecanism public de audit și transparență**, care să permită evaluarea continuă și corectivă a funcționării sistemului.

În final, se afirmă că succesul oricărui model de SGR depinde de **sinergia dintre infrastructură, tehnologie, reglementare și comportamentul cetățeanului**, iar România are potențialul de a crea un sistem eficient și adaptat, cu valoare de referință regională.

Este important de menționat că **această analiză nu presupune o relație cauzală**, ci doar una de asociere. De asemenea, aplicarea coeficientului Pearson în cazul datelor ordinale sau codificate simplifică realitatea și poate omite relații non-liniare, însă oferă un cadru util pentru interpretare inițială și direcționarea unor analize statistice mai aprofundate.

În concluzie, utilizarea coeficientului de corelație Pearson în această cercetare a permis identificarea unor **relații semnificative între principalele dimensiuni ale percepției utilizatorilor**, contribuind la o mai bună înțelegere a modului în care aceștia interacționează cu Sistemul de Garanție-Returnare. Rezultatele oferă un suport valoros pentru recomandări aplicative privind îmbunătățirea sistemului, creșterea gradului de participare și consolidarea încrederii publice.

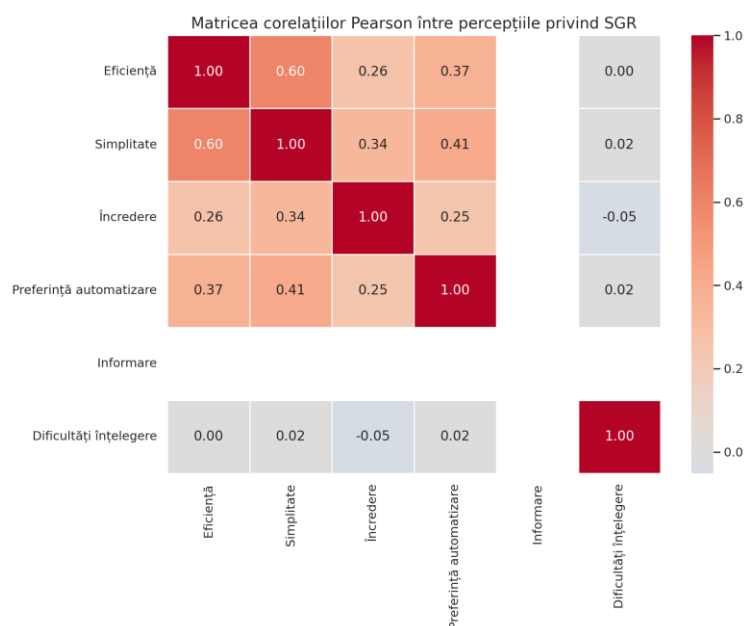


Figura 8.6. Matricea corelațiilor SGR

În figura 8.6 este reprezentată vizual **matricea corelațiilor Pearson** sub forma unui heatmap. Pe baza acestei vizualizări, putem formula următoarele concluzii generale:

- **Cluster clar între Eficiență, Simplitate și Preferință pentru Automatizare**

Se observă o zonă coerentă de corelații pozitive puternice între aceste trei dimensiuni. Acest lucru confirmă că percepțiile pozitive despre eficiența sistemului SGR contribuie direct la senzația de simplitate și determină o preferință mai mare pentru utilizarea versiunii automatizate.

- **Încrederea în sistem este susținută de Simplitate**
Corelația vizibilă între „Încredere” și „Simplitate” sugerează că utilizatorii capătă încredere în sistem atunci când îl percep ca fiind ușor de înțeles și de utilizat. Graficul subliniază această relație pozitivă consistentă.

- **Dificultățile de înțelegere sunt izolate**
Celula corespunzătoare variabilei „Dificultăți în înțelegere” prezintă valori apropiate de zero în raport cu celelalte dimensiuni, indicând că dificultățile raportate nu afectează direct percepțiile legate de eficiență, simplitate sau încredere. Vizual, aceste zone sunt aproape neutre pe hartă.

- **Informarea are un rol ambiguu (date limitate)**
Corelațiile cu variabila „Informare” sunt fie slabe, fie lipsesc complet, semnalând fie o codificare dificilă, fie o lipsă de impact conștientizat de respondenți asupra celorlalte percepții.

- **Coerență vizuală între valorile ridicate**
Culorile închise în zona superioară a diagonalei (roșu intens pentru corelații pozitive) oferă o reprezentare intuitivă a legăturilor semnificative, în timp ce pătratele albastre deschise sau gri indică relații slabe sau absente.

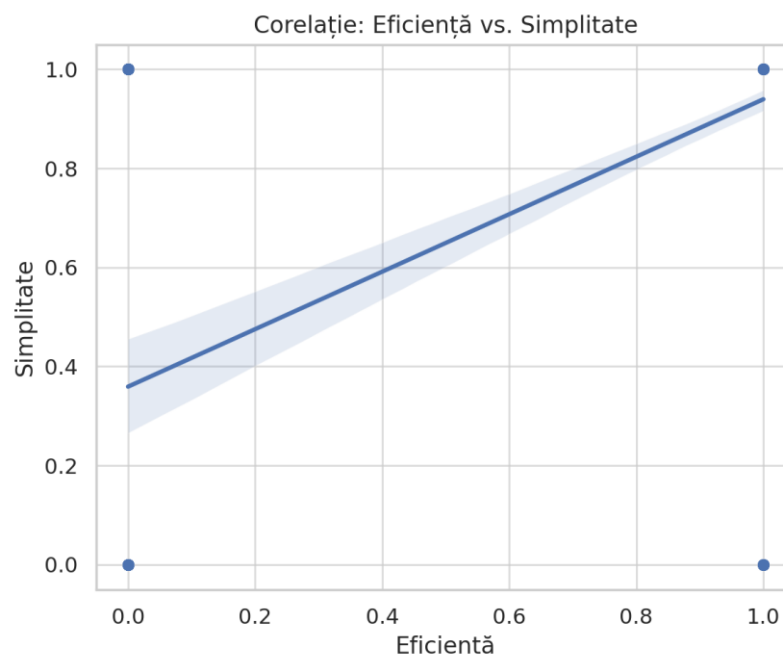


Figura 8.7. Corelația între eficiența și simplitate în utilizare

Graficul ilustrează foarte clar corelațiile dintre:

1. **Eficiență și Simplitate** – o relație liniară pozitivă și robustă;
2. **Simplitate și Preferință pentru automatizare** – corelație clară, indicând impactul simplității asupra alegerii sistemului automat;
3. **Eficiență și Preferință pentru automatizare** – corelație moderată, dar tot semnificativă.

Capitolul 9. SOLUȚIE DE OPTIMIZARE A ECHIPAMENTULUI DE COLECTARE DIN CADRUL SGR

Implementarea Sistemului de Garanție-Returnare nu presupune doar o reglementare legislativă și un model economic sustenabil, ci și un suport tehnologic eficient. Un rol esențial în funcționarea acestui sistem îl au **echipamentele automatizate de colectare**, cunoscute și sub denumirea de **RVM-uri (Reverse Vending Machines)**. Aceste dispozitive reprezintă un exemplu clar de **integrare a tehnologiei în infrastructura ecologică**, permițând colectarea, identificarea, validarea și recompensarea automată a utilizatorului pentru ambalajele returnate

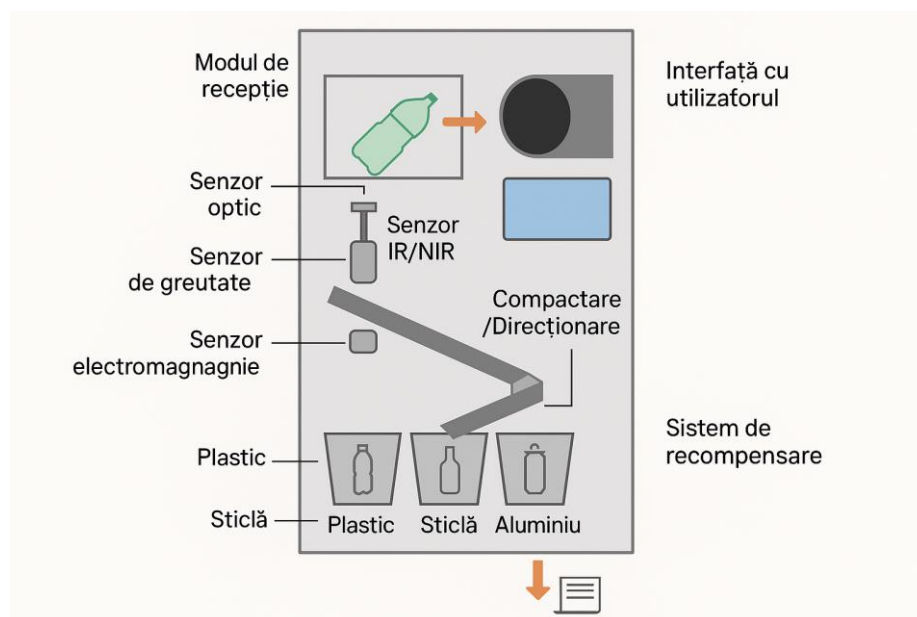


Figura 9.1. Schița tehnică a unui SGR

Așa cum se poate observa din figura 9.1. funcționarea practică a echipamentului presupune parcurgerea mai multor etape.

Funcționarea unui echipament automatizat pentru colectarea ambalajelor reciclabile începe în momentul în care utilizatorul introduce un recipient în **modul de recepție**. Acesta este un compartiment prevăzut cu senzori de proximitate care:

- detectează obiectul introdus,
- activează automat sistemele interne,
- și declanșează secvențele de analiză și sortare.

Capitolul 10. INTERVIU STRUCTURAT PENTRU PERCEPȚIA COMERCIANȚILOR ASUPRA SOLUȚIEI PROPUSE

În cadrul cercetării științifice, metodele calitative de colectare a datelor joacă un rol esențial în înțelegerea profundă a fenomenelor sociale, comportamentale și organizaționale. Printre aceste metode, interviul structurat reprezintă una dintre cele mai riguroase și controlate forme de interacțiune cercetător–respondenți. Utilizat pe scară largă în științele sociale, în cercetările de marketing, în analiza politicilor publice sau în evaluarea de proiecte, interviul structurat se remarcă prin capacitatea de a produce date comparabile, coerente și orientate pe obiective precise.

Pentru o înțelegere mai profundă și intuitivă a opiniilor exprimate de comercianți în cadrul interviului structurat privind soluția automatizată propusă în cadrul Sistemului de Garanție-Returnare (SGR), a fost realizată o serie de reprezentări grafice care sintetizează cele mai relevante răspunsuri obținute. Aceste grafice nu doar că oferă o imagine de ansamblu asupra distribuției răspunsurilor, ci evidențiază și tendințele predominante, nivelul de familiarizare, barierele percepute și gradul de deschidere față de adoptarea echipamentelor de tip RVM (Reverse Vending Machine).

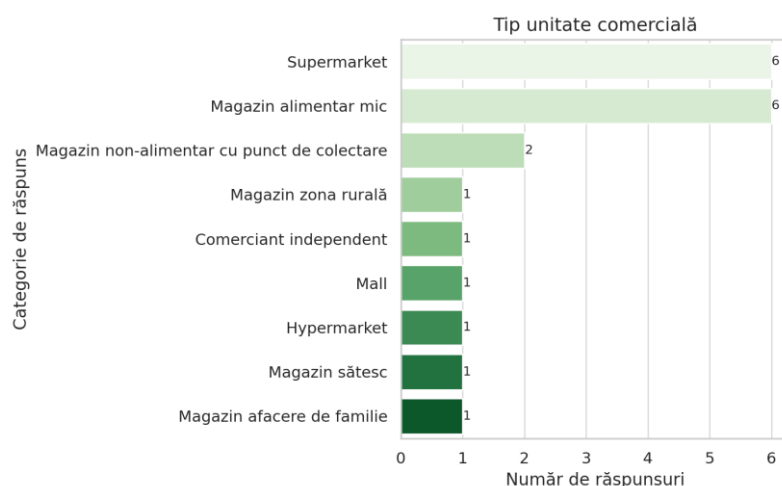


Figura 10.1. Tipul unității comerciale

Prin intermediul figurii 10.1, este surprinsă diversitatea tipologică a unităților comerciale participante. Se observă o preponderență a supermarketurilor și a magazinelor alimentare mici, acestea fiind categorii de operatori economici direct implicați în gestionarea ambalajelor cu garanție.

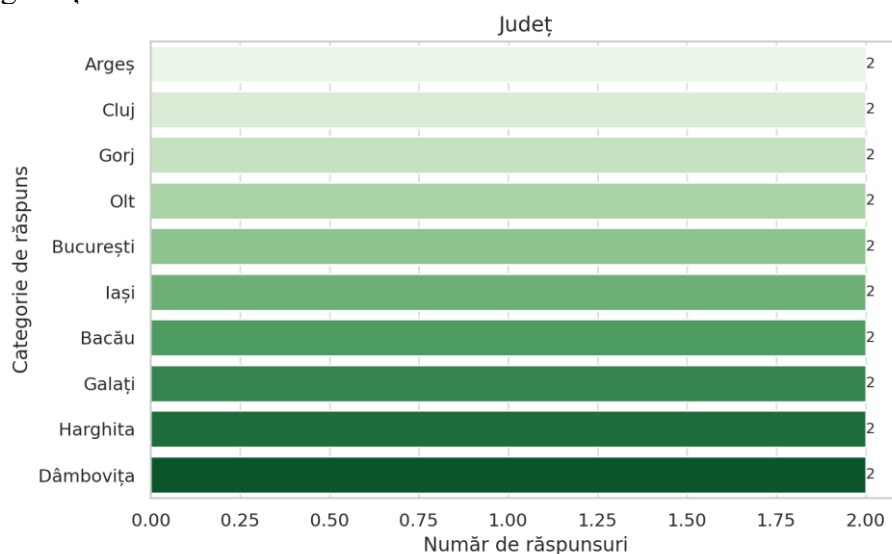


Figura 10.2. Județul de reședință al respondenților

Distribuția geografică, ilustrată în figura 10.2, confirmă faptul că răspunsurile au fost colectate dintr-un eșantion dispersat geografic, acoperind zece județe din diferite regiuni ale țării, cu o densitate mai ridicată în județele Cluj și Argeș.

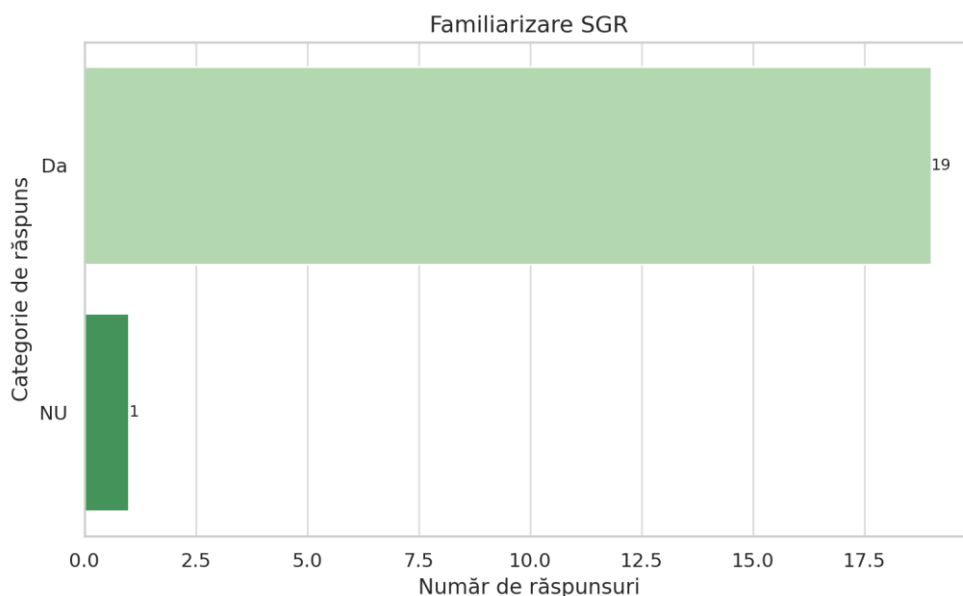


Figura 10.3. Familiarizarea cu SGR

În continuare, graficul privind nivelul de familiarizare cu SGR arată că majoritatea respondenților sunt deja conștienți de existența și funcționarea acestui sistem.

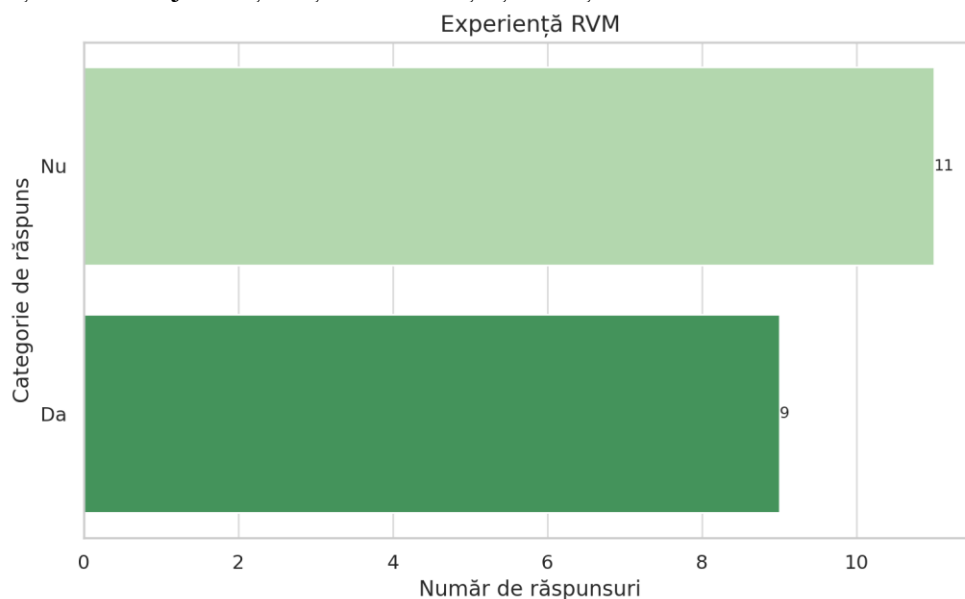


Figura 10.4. Experiența în utilizarea RVM

De asemenea, o parte semnificativă dintre aceștia au avut ocazia să interacționeze cu echipamente automatizate RVM, fie în calitate de comercianți, fie ca simpli utilizatori, fapt ce le oferă o perspectivă practică asupra avantajelor și limitărilor tehnologiei.

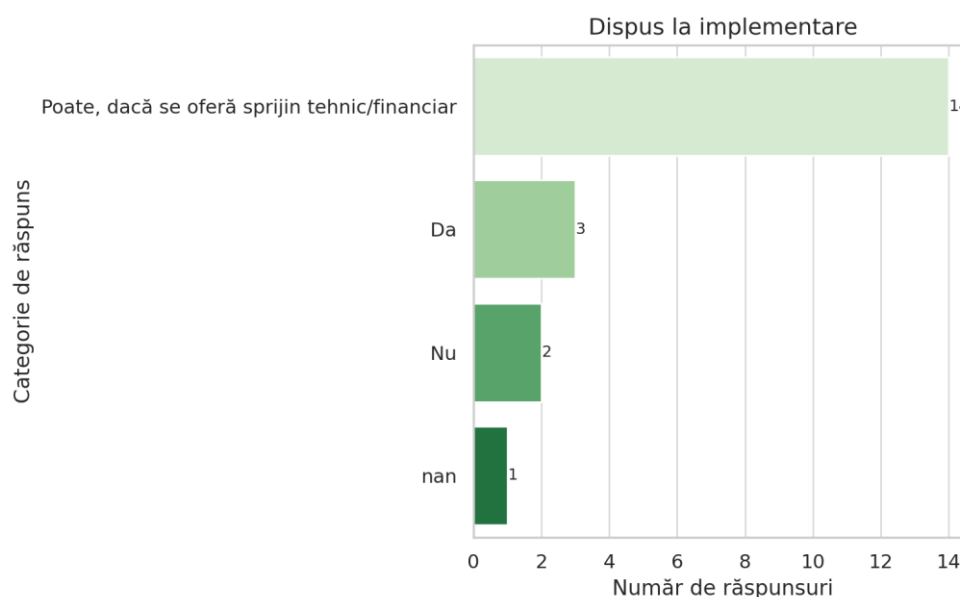


Figura 10.5. Disponibilitatea de a implementa soluția propusă

Un alt aspect relevant este reflectat în graficul dedicat disponibilității comercianților de a implementa soluția propusă. Deși o parte declară deschis că ar adopta un astfel de echipament, alții condiționează decizia de un sprijin tehnic și/sau financiar adecvat. Această nuanțare este esențială în conturarea unui plan realist de implementare a sistemului.

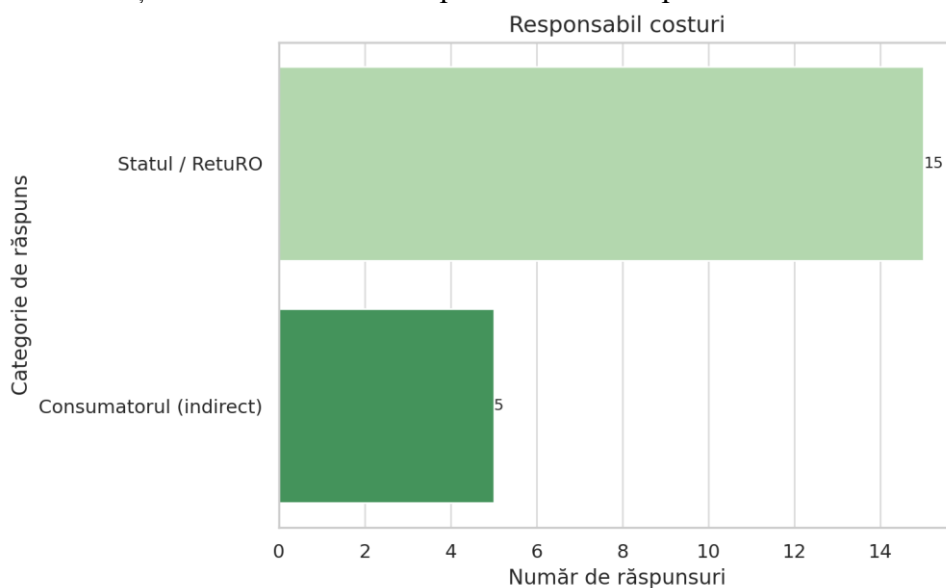


Figura 10.5. Responsabilitate privind costul implementării

În ceea ce privește responsabilitatea percepută pentru costurile de achiziție și întreținere a echipamentelor, răspunsurile converg aproape unanim către ideea că aceste cheltuieli ar trebui suportate de autorități sau de entități precum RetuRO. Această opinie este semnificativă și trebuie luată în considerare în politicile de finanțare publică a infrastructurii SGR.

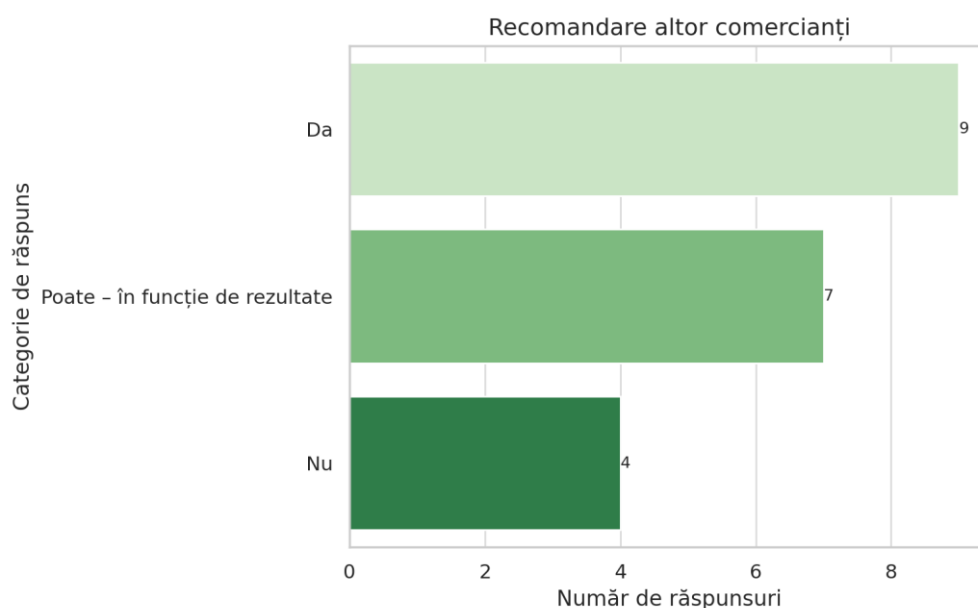


Figura 10.6. Recomandarea noii soluții către alți comercianți

Pe de altă parte, gradul de recomandare al acestei soluții către alți comercianți este, în general, pozitiv, dar nu lipsit de rezerve. Graficele evidențiază o minoritate care manifestă reticență, cel mai adesea justificată prin costuri sau lipsa de informații complete privind funcționarea sistemului.

În final, un consens notabil apare în ceea ce privește importanța timpului de procesare al fiecărui ambalaj, toți respondenții subliniind faptul că acest indicator este vital pentru satisfacția clientului și eficiența procesului.

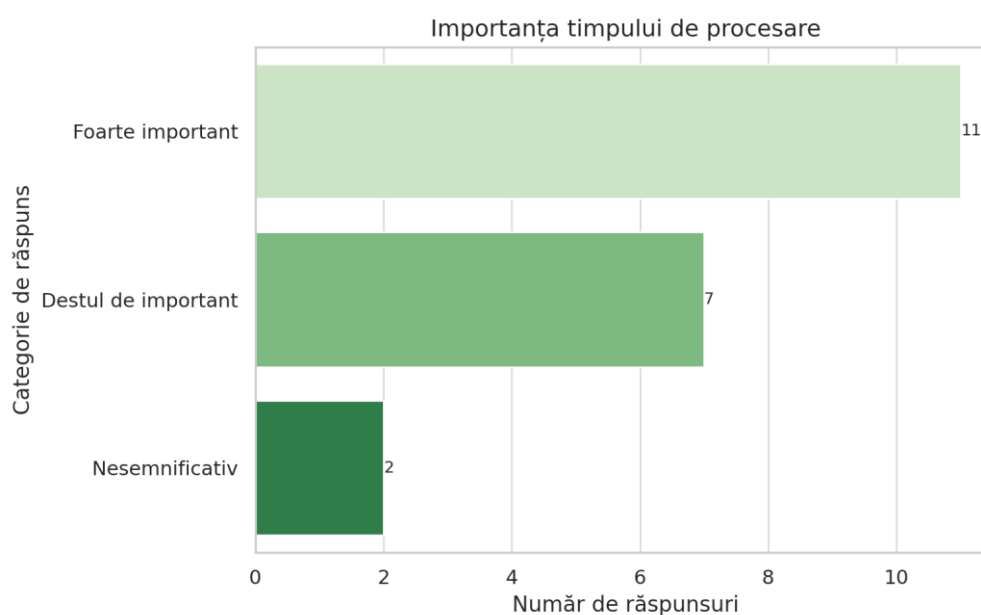


Figura 10.7. Importanța timpului de procesare

Prin urmare, aceste reprezentări grafice oferă o bază vizuală solidă pentru interpretarea răspunsurilor calitative și permit o înțelegere nuanțată a poziționării comercianților față de digitalizarea și automatizarea infrastructurii de colectare din cadrul SGR.

Analiza Chi-pătrat a demonstrat că tipul unității comerciale nu influențează în mod semnificativ intenția de a recomanda echipamentul automatizat altor comercianți. Această constatare are câteva implicații strategice importante:

1. Campaniile de promovare nu trebuie diferențiate în funcție de formatul magazinului, ci mai degrabă în funcție de nivelul de informare și de nevoile specifice ale fiecărui comerciant.
2. Recomandările pot apărea din orice segment, iar comercianții din mediul rural sau din magazinele mici pot fi la fel de influenți și receptivi ca și cei din mall-uri sau hypermarketuri.
3. Este recomandabil să se identifice comercianți din diverse tipuri de unități care au avut experiențe pozitive și să fie transformați în ambasadori ai proiectului – tocmai pentru a acoperi spectrul complet de formate comerciale.

În concluzie, lipsa unei asocieri semnificative între tipul unității și recomandarea soluției RVM ne arată că percepția este determinată de factori mai profunzi, cum ar fi încrederea în sistem, funcționalitatea echipamentului și suportul oferit în procesul de implementare – și nu doar de specificul operațional al fiecărei afaceri.

Capitolul 11. CONCLUZII FINALE ȘI CONTRIBUȚII ORIGINALE LA ÎMBUNĂTĂȚIREA ECHIPAMENTELOR UTILIZATE ÎN CADRUL SISTEMULUI DE GARANȚIE- RETURNARE

(1) Din analiza stadiului actual privind stadiul actual al Sistemului de Garanție-Returnare s-au desprins concluzii importante, care sunt prezentate în capitolul 3. Amintim aici printre cele mai importante fiind cele referitoare la implementarea efectivă dar și direcțiile de cercetare. Astfel, cercetarea privind Sistemul de Garanție-Returnare este într-un stadiu activ de dezvoltare, axată pe evaluarea eficienței, adoptarea de noi tehnologii și înțelegerea comportamentului consumatorului. Totuși, mai este nevoie de studii aprofundate privind adaptarea locală a sistemului, sustenabilitatea pe termen lung și impactul social.

În ultimii ani, cercetarea privind SGR a cunoscut o creștere semnificativă, datorită presiunii impuse de pacturile ecologice, țintele de reciclare UE și schimbările legislative. Domeniul este inter/multidisciplinar, fiind abordat din perspective: economice, de mediu, tehnologice, comportamentale și de politici publice.

Interesul academic pentru SGR este solid și în creștere, reflectând complexitatea și importanța acestui mecanism în tranziția către o economie circulară. Studiile contribuie nu doar la îmbunătățirea performanței tehnice a sistemului, ci și la înțelegerea impactului socio-economic și ecologic, oferind un sprijin esențial pentru decidenți și industrie

(2) Având în vedere datele și concluziile din analiza stadiului actual privind Sistemul de Garanție-Returnare s-au considerat a fi de actualitate direcțiile de cercetare-dezvoltare după cum se prezintă în § 4.1. O primă direcție fundamentală vizează percepția și comportamentul consumatorilor față de SGR. Este esențial de înțeles în ce măsură cetățenii sunt informați cu privire la funcționarea sistemului, ce îi motivează să participe și ce bariere

întâmpină. Factorii demografici – precum vârsta, nivelul de educație, venitul sau mediul de rezidență (urban/rural) – influențează considerabil participarea și atitudinile. De asemenea, motivațiile financiare, adesea invocate ca stimulente-cheie, merită evaluate pentru a vedea dacă sunt suficiente sau trebuie completate cu alte tipuri de recompense. Totodată, obstacolele semnalate de utilizatori – de la lipsa infrastructurii la complexitatea procedurii de returnare – trebuie analizate și cuantificate pentru a adapta sistemul la nevoile reale ale populației.

O altă dimensiune strategică a cercetării este impactul economic al SGR asupra actorilor economici implicați – de la retailerii și producători, până la operatorii logistici. Se impune o analiză detaliată a modului în care SGR afectează costurile operaționale ale acestor entități, precum și identificarea beneficiilor și constrângerilor financiare. Sistemul poate fi perceput, de asemenea, ca o oportunitate pentru dezvoltarea infrastructurii de reciclare și pentru impulsivarea industriilor verzi, ceea ce deschide un cadru promițător pentru cercetări aplicate în economie și antreprenariat sustenabil.

Din perspectiva funcțională, este crucială investigarea eficienței logistice și operaționale a sistemului. Rețeaua punctelor de returnare trebuie evaluată nu doar cantitativ – prin număr și acoperire geografică –, ci și calitativ, în raport cu accesibilitatea, dotarea și capacitatea de procesare. Provocările tehnice în colectarea și sortarea ambalajelor, precum și frecvența problemelor raportate în utilizarea echipamentelor, sunt alte subiecte care impun o documentare riguroasă. În același timp, rolul tehnologiei – de la automatizare și scanare inteligentă, până la aplicații mobile dedicate – trebuie analizat în contextul eficientizării operațiunilor și îmbunătățirii experienței utilizatorului.

Un alt palier de cercetare se referă la impactul ecologic al implementării SGR, din perspectiva reducerii deșeurilor abandonate și a emisiilor de carbon. Prin măsurători și simulări, pot fi estimate economiile de resurse, scăderea poluării și beneficiile indirecte asupra sănătății publice și biodiversității. În paralel, este utilă compararea sistemului SGR cu alte modele de colectare selectivă, precum colectarea voluntară sau sistemele de preluare „de la poartă”, pentru a evidenția eficiența relativă a fiecărei abordări.

În mod inevitabil, implementarea SGR în România trebuie pusă și într-o perspectivă comparativă internațională. Studiile care analizează poziționarea României în raport cu alte țări din Uniunea Europeană oferă nu doar o imagine a decalajelor, ci și oportunitatea de a prelua bune practici din sisteme funcționale. Fie că este vorba de succesul modelului german, de flexibilitatea sistemului estonian sau de adaptările legislative din țările nordice, fiecare exemplu poate furniza învățăminte valoroase. Diferențele culturale și legislative trebuie, de asemenea, luate în calcul, întrucât influențează profund nivelul de participare și rata de recuperare a ambalajelor.

Pe lângă comparația internațională, este necesară și o analiză juridico-instituțională a cadrului de reglementare intern. Cercetările în această direcție pot viza rolul jucat de instituții precum Ministerul Mediului, Administrația Fondului pentru Mediu sau operatorii economici autorizați. Provocările legislative și birocratice, întârzierile în implementare, suprapunerea de competențe și conformitatea cu directivele europene reprezintă teme esențiale pentru clarificarea și eficientizarea sistemului.

O abordare complementară și extrem de valoroasă este cea a studiilor de caz locale, care permit investigarea diferențelor de implementare și participare între zone urbane mari (precum București, Cluj sau Iași) și comunități rurale sau izolate. Cercetările calitative pot scoate la lumină aspecte greu cuantificabile statistic: lipsa interesului local, dificultățile de transport, barierele culturale sau implicarea redusă a administrației locale. De asemenea, identificarea inițiativelor comunitare – fie ele ale unor ONG-uri sau ale unor grupuri de voluntari – poate evidenția modele de bună practică replicabile la scară națională.

(3) În raport cu stadiul actual și direcțiile de cercetare-dezvoltare privind Sistemul de Garanție-Returnare s-a determinat ca obiectiv principal al activității de cercetare-dezvoltare în cadrul doctoratului (v. și § 4.2) de a analiza eficiența, percepția publică și impactul socio-economic și de mediu al Sistemului de Garanție-Returnare în România, în vederea identificării principalilor factori care influențează succesul implementării sale și a formulării unor direcții de îmbunătățire.

Pentru atingerea obiectivului general de evaluare a Sistemului de Garanție-Returnare (SGR) în România, cercetarea propune o abordare complexă, structurată în mai multe direcții specifice. În primul rând, se va analiza nivelul de informare, gradul de participare și motivațiile consumatorilor, alături de barierele percepute în utilizarea sistemului. În al doilea rând, vor fi investigate impacturile economice asupra actorilor implicați – comercianți, producători, distribuitori și autorități – prin prisma costurilor, beneficiilor și provocărilor asociate.

Pe plan operațional, se va analiza funcționarea sistemului din punct de vedere logistic, cu accent pe eficiența infrastructurii și eventualele disfuncționalități regionale. În paralel, cercetarea își propune să cuantifice beneficiile de mediu ale SGR, inclusiv reducerea deșeurilor abandonate și creșterea gradului de reciclare. O componentă comparativă va urmări raportarea modelului românesc la alte sisteme europene, în vederea identificării de bune practici și soluții adaptabile. Nu în ultimul rând, se va analiza cadrul legislativ și instituțional care guvernează SGR, evidențiind punctele forte și eventualele incoerențe.

Prin integrarea acestor direcții, cercetarea urmărește să ofere o imagine de ansamblu coerentă asupra SGR și să fundamenteze recomandări viabile pentru îmbunătățirea funcționării sistemului, în beneficiul societății și al mediului înconjurător.

(4) Concluziile relevante privind activitatea de cercetare și dezvoltare de doctorat pentru atingerea obiectivului său principal, în raport și cu elementele de referință metodologice (v. § 4.3), sunt după cum urmează.

Evidențierea măsurii în care Sistemul de Garanție-Returnare este cunoscut în România și metodele optime de implementare din perspectiva consumatorilor răspunzând la o serie de întrebări precum:

- Cât de bine este cunoscut Sistemul de Garanție-Returnare în rândul populației generale din România?
- Care sunt avantajele percepute ale sistemului automat de returnare a garanției din perspectiva consumatorului?
- Care este impactul perceput asupra mediului din perspectiva consumatorului?
- Cât de receptivi sunt consumatorii români la implementarea acestui sistem?

Pe baza acestor elemente, au fost definite ipotezele de lucru

În vederea îmbunătățirii sistemului am pornit de la o analiză teoretică a aspectelor privind calitatea produselor și serviciilor, în general, calitatea sistemului automat de garanție-returnare, în particular.

Implementarea Sistemului de Garanție-Returnare (SGR) constituie un element-cheie în tranziția către o economie circulară și în promovarea unei gestionări responsabile a deșeurilor. În acest cadru, analiza calității produselor și a serviciilor asociate devine esențială pentru a garanta eficiența și durabilitatea sistemului.

De asemenea, calitatea serviciilor furnizate de actorii economici implicați – de la comercianți până la centrele de colectare – are un impact direct asupra experienței utilizatorului și asupra încrederii consumatorilor în mecanismul SGR. Serviciile bine organizate, personalul informat și o comunicare clară cu utilizatorii contribuie semnificativ la creșterea gradului de implicare a populației în procesul de returnare a ambalajelor.

Implementarea SGR în România reprezintă un pas important în alinierea la strategiile europene privind economia circulară. Pe măsură ce sistemul se dezvoltă, este esențială o

evaluare riguroasă a impactului său asupra comportamentului consumatorilor, eficienței economice și sustenabilității operaționale. Această cercetare își propune să analizeze reprezentativitatea eșantionului utilizat pentru măsurarea percepției populației adulte față de SGR, să valideze ipotezele formulate și să ofere o imagine clară asupra eficacității acestui sistem în România.

Studiile analizate confirmă eficiența SGR în reducerea deșeurilor de ambalaje și promovarea reciclării, dar și necesitatea unor ajustări continue pentru îmbunătățirea sistemului.

Pe măsură ce sistemul SGR se consolidează în România, sunt necesare studii suplimentare pentru a evalua impactul pe termen lung asupra ratei de reciclare, comportamentului consumatorilor și sustenabilității economice a acestuia.

Analiza statistică indică faptul că eșantionul utilizat este reprezentativ pentru populația adultă a României, având o marjă de eroare acceptabilă și un interval de încredere adecvat. Testul Chi-pătrat aplicat ipotezelor formulate nu a evidențiat diferențe semnificative statistice între categoriile analizate, ceea ce sugerează că percepțiile respondenților sunt omogene în ceea ce privește Sistemul de Garanție-Returnare. Verificarea ipotezelor s-a făcut utilizând testul Chi-pătrat (χ^2), individual pentru fiecare dintre cele 4 ipoteze. Toate cele 4 ipoteze au fost confirmate.

Analiza efectuată subliniază importanța unui sistem de garanție-returnare bine structurat pentru îmbunătățirea ratelor de reciclare și eficiența colectării ambalajelor. Integrarea acestuia în strategiile de gestionare a deșeurilor municipale necesită o coordonare atentă între autorități, retaileri și consumatori pentru a maximiza beneficiile și a reduce costurile asociate implementării.

Importanța științifică a prezentei teze de doctorat este susținută de contribuțiile aduse la analiza cu o reprezentativitate statistică a nivelului de implicare a consumatorilor în ceea ce privește sistemul de garanție returnare

Importanța practică a prezentei teze de doctorat rezidă în aceea că abordează un subiect de actualitate majoră în contextul tranziției către o economie circulară: analiza Sistemului de Garanție-Returnare (SGR) în România. Într-un moment în care gestionarea responsabilă a deșeurilor de ambalaje a devenit nu doar o exigență legală, ci și o urgență ecologică, implementarea unui sistem eficient de tip SGR reprezintă una dintre cele mai concrete soluții pentru reducerea poluării, recuperarea resurselor și educarea comportamentului civic al consumatorilor.

Această cercetare oferă o contribuție practică semnificativă atât pentru factorii decizionali, cât și pentru actorii economici implicați – comercianți, producători, autorități publice și operatori logistici – întrucât furnizează o diagnoză amplă, fundamentată empiric, asupra funcționării sistemului și asupra percepțiilor utilizatorilor. În plus, prin evidențierea provocărilor întâmpinate în implementarea sa și a diferențelor regionale sau structurale, lucrarea are potențialul de a contribui direct la îmbunătățirea politicilor publice din domeniul mediului și la optimizarea arhitecturii instituționale care susține funcționarea SGR.

Totodată, importanța temei derivă din caracterul său interdisciplinar. Sistemul de Garanție-Returnare nu este doar un instrument logistic, ci un mecanism complex care implică dimensiuni economice, sociale, ecologice și legislative. A analiza acest sistem în profunzime înseamnă a înțelege interacțiunea dintre comportamentul consumatorului, eficiența infrastructurii de colectare, sustenabilitatea financiară și conformitatea cu reglementările europene. În acest sens, teza de doctorat propune nu doar o analiză teoretică, ci și o serie de recomandări aplicabile, cu relevanță imediată pentru autorități și mediul de afaceri.

Prin identificarea bunelor practici internaționale și prin adaptarea lor la specificul național, cercetarea capătă o dimensiune strategică, oferind un ghid valoros pentru consolidarea unui sistem SGR funcțional, accesibil și acceptat de societate. Nu în ultimul

rând, această lucrare contribuie la dezvoltarea literaturii academice din România în domeniul politicilor de mediu și al managementului deșeurilor, acoperind un gol semnificativ în ceea ce privește analiza riguroasă a implementării SGR în spațiul românesc.

Astfel, importanța practică a temei constă în capacitatea sa de a oferi soluții concrete și de a sprijini construcția unui model sustenabil de gestionare a ambalajelor, cu efecte pozitive pe termen lung asupra mediului, economiei și culturii civice.

Implementarea Sistemului de Garanție-Returnare nu presupune doar o reglementare legislativă și un model economic sustenabil, ci și un suport tehnologic eficient. Un rol esențial în funcționarea acestui sistem îl au echipamentele automatizate de colectare, cunoscute și sub denumirea de RVM-uri (Reverse Vending Machines). Aceste dispozitive reprezintă un exemplu clar de integrare a tehnologiei în infrastructura ecologică, permițând colectarea, identificarea, validarea și recompensarea automată a utilizatorului pentru ambalajele returnate.

Sistemul construit implică două avantaje majore: reducerea timpului de procesare a ambalajelor returnate și îmbunătățirea eficienței economice prin scăderea costului returnării și creșterea conformării consumatorilor ca urmare a reducerii timpului. Scăderea timpului de identificare a tipului de ambalaj pe baza sistemului de cameră încorporat constituie o variantă optimizată a soluțiilor actuale de implementare a Sistemului de Garanție-Returnare, iar implementarea pe scară largă a unui astfel de mecanism poate determina avantaje majore la nivelul întregului angrenaj economic.

În condițiile în care comportamentul cu grijă de mediu constituie o prioritate la nivelul Uniunii Europene și nu numai, considerăm oportună o astfel de abordare care să încurajeze economia circulară.

Originalitatea analizei este dată de viziunea unitară în care s-a constituit cercetarea doctorală, care a pornit de la analiza reprezentativă statistic a percepției consumatorilor asupra implementării Sistemului de Garanție-Returnare, în condițiile în care acesta este de curând introdus în țara noastră.

Pe baza răspunsurilor primite la chestionarul aplicat, a fost proiectat un echipament îmbunătățit de preluare a ambalajelor supuse acestui sistem, echipament pentru care a fost realizat și softul care să permită implementarea practică a soluției. De asemenea s-a realizat un studiu calitativ în rândul comercianților, care să inventarieze receptivitatea acestora la implementarea soluției propuse.

În perspectiva consolidării unui sistem de Garanție-Returnare (SGR) eficient și adaptat realităților contemporane, direcțiile viitoare de cercetare trebuie să abordeze nu doar componentele logistice și comportamentale ale sistemului, ci și oportunitățile oferite de tehnologiile emergente. Una dintre cele mai promițătoare direcții este, fără îndoială, integrarea Inteligenței Artificiale în arhitectura tehnică a echipamentelor de returnare. Utilizarea algoritmilor de învățare automată, a recunoașterii vizuale avansate și a sistemelor de predicție comportamentală ar putea transforma radical modul în care sunt colectate, identificate și sortate ambalajele supuse returnării.

Astfel, se conturează o întreagă ramură de cercetare aplicată în domeniul automatizării inteligente, care vizează dezvoltarea unor echipamente capabile să recunoască materialul ambalajului (PET, aluminiu, sticlă), să detecteze eventualele contaminări sau tentative de fraudă și să interacționeze cu utilizatorii prin interfețe intuitive, inclusiv vocale sau bazate pe aplicații mobile. Echipamentele de tip RVM ar putea deveni în viitor noduri inteligente într-o rețea interconectată de colectare și reciclare, în care datele sunt analizate în timp real, iar intervențiile de mentenanță sau redistribuire sunt automat planificate pe baza algoritmilor predictivi.

Această abordare tehnologică nu trebuie, însă, separată de dimensiunea comportamentală. O altă direcție importantă de cercetare este modelarea predictivă a comportamentului consumatorilor, cu scopul de a înțelege și anticipa reacțiile acestora la

diferite măsuri – fie ele financiare, educaționale sau logistice. Utilizând modele statistice avansate, combinate cu date empirice, pot fi identificate profile distincte de utilizatori, precum participanții entuziaști, scepticii condiționați sau neparticipanții cronici, ceea ce ar permite proiectarea unor strategii de comunicare și intervenție mult mai targetate și eficiente.

Pe lângă analiza comportamentală, se impune și aprofundarea componentei economice prin dezvoltarea unor modele extinse de analiză cost-beneficiu. Astfel de cercetări ar putea include, pe lângă calculele financiare directe, și impacturile sociale și de mediu – cum ar fi economiile realizate în sectorul public de salubritate, reducerea cheltuielilor asociate cu poluarea sau beneficiile indirecte pentru sănătatea publică. În acest sens, sistemul SGR trebuie privit ca parte integrantă a unui ecosistem economic circular, ale cărui efecte se extind mult dincolo de colectarea fizică a ambalajelor.

O altă direcție relevantă este legată de evaluarea sustenabilității întregului lanț de reciclare, prin aplicarea analizei ciclului de viață (Life Cycle Assessment). Aceasta ar permite estimarea impactului real asupra mediului al fiecărei etape – de la transportul ambalajelor, consumul de energie al echipamentelor RVM și până la valorificarea materialelor rezultate. Printr-o astfel de abordare, s-ar putea evidenția nu doar beneficiile, ci și potențialele zone de ineficiență sau contradicții ecologice ascunse.

De asemenea, cercetarea ar trebui să abordeze problematica interoperabilității tehnologice. Într-o societate tot mai digitalizată, integrarea sistemului SGR cu aplicații mobile, platforme de plăți și sisteme de recompensă digitală devine o necesitate. Se deschide astfel un câmp fertil pentru studii privind digitalizarea procesului de reciclare, gamificarea participării (prin clasamente, insigne sau provocări ecologice) și dezvoltarea unor conturi personale prin care utilizatorii pot urmări contribuția lor la protejarea mediului.

Tot în sfera viitorului apropiat se înscriu și cercetările comparative la nivel internațional, care pot evidenția diferențele culturale, legislative și instituționale dintre modelul românesc și alte sisteme europene de succes. Aceste studii ar permite adaptarea bunelor practici la specificul național, contribuind la rafinarea politicilor publice și la depășirea obstacolelor culturale sau administrative.

În fine, un aspect deosebit de sensibil, dar tot mai actual, îl reprezintă analiza implicațiilor etice ale implementării tehnologiilor avansate. Cercetările viitoare trebuie să răspundă unor întrebări precum: este acceptabilă supravegherea video în punctele de returnare? Cum se protejează datele personale ale utilizatorilor? Ce grad de transparență este necesar în funcționarea algoritmilor de decizie? Astfel, se impune o abordare interdisciplinară, în care etica digitală, drepturile consumatorului și ingineria tehnologică să colaboreze într-un cadru coerent și echilibrat.

În concluzie, direcțiile viitoare de cercetare în domeniul SGR nu se limitează la rafinarea unui mecanism administrativ, ci propun o regândire a întregului sistem de colectare și reciclare într-o cheie inteligentă, adaptivă și sustenabilă. Implementarea Inteligenței Artificiale nu este doar un exercițiu de inovație tehnologică, ci o etapă esențială în evoluția către un sistem eficient, transparent și centrat pe cetățean – un sistem în care mediul, economia și tehnologia se armonizează în slujba unui viitor mai curat.

Bibliografie

1. LEGE nr. 211 din 15 noiembrie 2011 (republicată) privind regimul deșeurilor. Publicat în Monitorul Oficial nr. 220 din 28 martie 2014.
2. Robles I., O'Dwyer E., Guo M., (2020), *Waste-to-Resource value chain optimisation: Combining spatial, chemical and technoeconomic aspects* available at <https://www.x-mol.com/paper/1253723937566515200>.
3. Haas M., Galler R., Scibile L., Benedikt M., (2020), *Waste or valuable resource — a critical European review on re-using and managing tunnel excavation material, Resources, Conservation and Recycling*, Volume 162, 105048.
4. Directiva (UE) 2018/851 a Parlamentului European și a Consiliului din 30 mai 2018 de modificare a Directivei 2008/98/CE privind deșeurile.
5. CONVENȚIA DE LA BASEL privind controlul transportului peste frontiere al deșeurilor periculoase și al eliminării acestora, publicat în M.Of. nr. 18/26 ian. 1991 http://www.cdep.ro/pls/legis/legis_pck.htm_act_text?id=28032
6. De Vega C. A., Ojeda-Benitez S., Ramirez M. E., (2008), Solid Waste Characterization Recycling Potential for a University Campus, *Waste Management*, 28 Suppl 1:S21-6, PubMed.
7. Raport anual 2010- Starea factorilor de mediu în România, cap. 6 Managementul deșeurilor, p. 143-16, <https://www.wall-street.ro/files/143775-395.pdf>.
8. Mateescu C., Băran G., Constantinescu I., *Noi tendințe în tratarea și valorificarea energetică a deșeurilor municipale biodegradabile*, Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Inginerie Electrica ICPE-CA Bucuresti, Universitatea "POLITEHNICA" București https://www.inginerie-electrica.ro/acqu/pdf/2008_9.pdf.
9. Centralized medical waste treatment system <https://www.gient.net/medical-waste-autoclave/>.
10. Johnson A., Eastern Metropolitan Regional Council, (2007), *The Development of Waste Management Law*, available at: https://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/538338_Paper.pdf in English.
11. Rathje W., Murphy C., (2001), *Rubbish! The archeology of garbage*, second edition The University of Arizona Press, Tucson.
12. United Nations Framework Convention on Climate Change, (2008), *Kyoto Protocol Reference Manual*. United Nations Framework Convention on Climate Change, Available at: http://unfccc.int/kyoto_protocol, in English.
13. Convenția de la Viena privind protecția stratului de Ozon http://publications.europa.eu/resource/cellar/607feb06-39d3-11ea-ba6e01aa75ed71a1.0020.02/DOC_1.
14. Directiva 2008/98/CE din 19 noiembrie 2008 privind deșeurile și de abrogare a anumitor directive . <https://www.greenresources.ro/wp-content/uploads/2020/08/directiva-2008-98-ce-19-nov-2008-forma-sintetica-pentru-data-2020-06-05.pdf>.
15. Regulamentul (CE) nr. 1013/2006 al Parlamentului European și al Consiliului din 14 iunie 2006 privind transferurile de deșeuri.
16. Decizia Comisiei din 3 mai 2000 de înlocuire a Deciziei 94/3/CE de stabilire a unei liste de deșeuri în temeiul articolului 1 litera (a) din Directiva 75/442/CEE a Consiliului privind deșeurile și a Directivei 94/904/CE a Consiliului de stabilire a unei liste de deșeuri periculoase în temeiul articolului 1 alineatul (4) din Directiva 91/689/CEE a Consiliului privind deșeurile periculoase [notificată cu numărul C(2000).

17. Directiva 1999/31/CE privind depozitele de deșeuri.
18. Directiva 2010/75/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 24 noiembrie 2010 privind emisiile industriale (prevenirea și controlul integrat al poluării).
19. [Directiva nr. 2006/66/CE](#) privind bateriile și acumulatorii și deșeurile de baterii și acumulatori și de abrogare a Directivei 91/157/CEE.
20. [Directiva nr. 2012/19/UE](#) privind deșeurile de echipamente electrice și electronice.
21. Directiva (UE) 2019/904 a Parlamentului European și a Consiliului din 5 iunie 2019 privind reducerea impactului anumitor produse din plastic asupra mediului.
22. Căilean (Gavrilescu) D., Teodosiu C., (2016), *An assessment of the romanian solid waste management system based on sustainable development indicators, Sustainable Production and Consumption*, Volume 8, p. 45-56.
23. PLAN NAȚIONAL de gestionare a deșeurilor din 20 decembrie 2017, Publicat în Monitorul Oficial nr. 11 bis din 5 ianuarie 2018.
24. Legea serviciilor comunitare de utilități publice nr. 51/2006.
25. Comunicarea Comisiei privind orientări tehnice referitoare la clasificarea deșeurilor (2018/C 124/01), EUR-Lex, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX%3A52018XC0409%2801%29>.
26. PLAN NAȚIONAL de gestionare a deșeurilor din 20 decembrie 2017, Publicat în Monitorul Oficial nr. 11 bis din 5 ianuarie 2018.
27. ORDINUL nr. 1121/2006 din 4 iulie 2006 privind aplicarea Standardelor Internaționale de Raportare Financiară.
28. Asociația de Dezvoltare Intercomunitară Dobrogea <https://www.adidobrogea.ro/reciclarea-deșeurilor/despre-deșeuri/>.
29. Stație inteligentă de colectare <https://www.sigurec.ro/ro/solutiile-sigurec/sigurec-prime.html>.
30. Nowakowski P., Szwarc K., Boryczka U., (2020), *Combining an artificial intelligence algorithm and a novel vehicle for sustainable e-waste collection*, Science of The Total Environment, Volume 730, 138726.
31. Greco G., Cenciarelli V. G., Allegrini M., (2018), *Tourism's impacts on the costs of municipal solid waste collection: Evidence from Italy*, Giulio Greco, Velia Gabriella Cenciarelli, Marco Allegrini, Journal of Cleaner Production Volume 177, p. 62-68.
32. Farrokhi - Asl H., Makui A., Ghousi R., Rabbani M., (2020), *Developing a hazardous waste management system with consideration of health, safety, and environment*, Computers & Electrical Engineering, Volume 82, 106553.
33. Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice <http://www.mmediu.ro/beta/domenii/gestionarea-deșeurilor/transport-depozitare-incinerare/>.
34. HOTĂRÂRE Nr. 1061 din 10 septembrie 2008 privind transportul deșeurilor periculoase și nepericuloase pe teritoriul României.
35. Asefi H., Shahparvari S., Chhetri P., (2019) *Integrated Municipal Solid Waste Management under uncertainty: A tri-echelon city logistics and transportation context*, Sustainable Cities and Society, Volume 50.
36. Nowakowski P., Szwarc K., Boryczka U., (2020), *Combining an artificial intelligence algorithm and a novel vehicle for sustainable e-waste collection*, Science of The Total Environment, Volume 730, 138726.
37. Lella J., Mandla V. R., Zhu X., (2017), *Solid waste collection/transport optimization and vegetation land cover estimation using Geographic Information System (GIS): A case study of a proposed smart-city*, Sustainable Cities and Society, Volume 35, p. 336-349.
38. Huber F., Blasenbauer D., Mallow O., Lederera J., Winter F., Fellner J., (2016), *Thermal co-treatment of combustible hazardous waste and waste incineration fly ash in a rotary*

- kiln, Waste Management*, Volume 58, p. 181-190.
39. Gao A., Tian Z., Wang Z., Wennersten R., eSun Q., (2017) *Comparison between the Technologies for Food Waste Treatment*, Energy Procedia, Volume 105, p. 3915-3921.
 40. Theodosiou A., Jones A.N., Burton D., Powell M., Rogers M., Livesey V.B., (2018), *The complete oxidation of nuclear graphite waste via thermal treatment: An alternative to geological disposal*, Journal of Nuclear Materials, Volume 507, p. 208217.
 41. Daigo I., Kiyohara S., Okada T., Okamoto D., Goto Y., (2018), *Element-based optimization of waste ceramic materials and glasses recycling*, Resources, Conservation and Recycling, Volume 133, p. 375-384.
 42. Kalinowska - Wichrowska K., Pawluczuk E., Boltryk M., (2020), *Waste-free technology for recycling concrete rubble concrete*, Construction and Building Materials, Volume 234, 117407.
 43. Guo L., Wu D.Q., (2017), *Study of recycling Singapore solid waste as land reclamation filling material*, Sustainable Environment Research, Volume 27, Issue 1, p. 1-6.
 44. Xevgenos D., Papadaskalopoulou C., Panaretou V., Moustakas K., Malamis D., (2015) *Success Stories for Recycling of MSW at Municipal Level: A Review*, Waste Biomass Valor, 6, p. 657-684.
 45. Mwanza B. G., Mbohwa C., Telukdarie A., (2018), *Levers Influencing Sustainable Waste Recovery at Households Level: A Review*, Procedia Manufacturing, Volume 21, p. 615-622.
 46. Cristobal J., Caldeira C., Corrado S., Sala S., (2019), *Techno-economic and profitability analysis of food waste biorefineries at European level*, Science of The Total Environment, Volume 693, 133516.
 47. van Herpen E., van Geffen L., Nijenhuis-de Vries M., Holthuysen N., van der Lans I., Quested T., (2019), *A validated survey to measure household food waste*, MethodX, Volume 6, p. 2767-2775.
 48. Derqui B., Grimaldi D., (2020), *Data on the sustainability profile and food waste management in primary and secondary schools: The case of the Catalonia region in Spain*, Data in Brief, Volume 28, 104825.
 49. Yildiz N.D., Yilmaz H., Demir M., Toy S., (2011), *Effects of personal characteristics on environmental awareness; a questionnaire survey with university campus people in a developing country, Turkey*, Scientific Research and Essays Vol. 6(2), p. 332-340.
 50. Desa A., Abd Kadir N.B., Yusoo F., (2012), *Waste education and awareness strategy: towards solid waste management (SWM) program at UKM*; Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 59, p. 47-50.
 51. A. Semenescu (coordonator), O.R.Chivu, A. Ioana, M.C.Costoiu, D.F. Marcu, C.A. Barbu, „STATISTICA IN INGINERIE SI ECONOMIE”-, Ed POLITEHNICA Press, 2018, 233 pag. ISBN 978-606-515-796-5.
 52. Adrian IOANA, Augustin SEMENESCU, Dragos Florin MARCU, Alexandru GHIBAN, Alina Nicoleta COLAN, Managementul Calității. Teorie și Aplicații. Editura Matrix Rom, COD CNCSIS 39, București, ISBN 978-973-755-894-7, 318 pag, 2013.
 53. Mihnea COSTOIU, Augustin SEMENESCU, Adrian IOANA, Dragos Florin MARCU, Catalin BARBU Analize Economico-Financiare- Teorie si Aplicatii, Editura Matrix Rom, COD CNCSIS 39, ISBN 978-606-25-0196-9, București, 179 pag., 2015
 54. Ioana, A., Semenescu, A., Marcu, D., Bazele Managementului. Teorie și Aplicații, Editura Matrix Rom, COD CNCSIS 39, București, ISBN 978-973-755-761-2, 251 pg, București, 2011.
 55. Bethlehem, J., Biffignandi, S., & Rossi, G. (2017). Handbook of Web Surveys. Wiley.
 56. Pew Research Center. (www.pewresearch.org) - Sursă de încredere pentru cercetările de opinie și sondaje de actualitate în diverse domenii.

57. Gallup (www.gallup.com) - Unul dintre cele mai cunoscute institute de sondaje, oferă date și analize relevante în domeniul politic, economic și social.
58. American Association for Public Opinion Research (AAPOR) (www.aapor.org) - O organizație profesională dedicată studiului sondajelor și cercetărilor de opinie.
59. European Society for Opinion and Marketing Research (ESOMAR) (www.esomar.org) - O asociație globală ce promovează cercetarea de piață și sondajele de opinie.
60. Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. SAGE Publications Ltd. - Această carte oferă o introducere comprehensivă în statistica aplicată, concentrându-se pe utilizarea software-ului IBM SPSS Statistics în analiza datelor.
61. Agresti, A., & Finlay, B. (2019). *Statistical Methods for the Social Sciences*. Pearson. - Această carte este o resursă excelentă pentru înțelegerea principiilor de bază ale statisticii în științele sociale.
62. Levin, J. R., Fox, J., & Forde, D. R. (Eds.). (2016). *Elementary Statistics in Social Research*. Pearson. - Această carte este potrivită pentru începători și oferă o introducere clară și accesibilă în statistică, cu exemple din cercetarea socială.
63. Diez, D. M., Barr, C. D., & Çetinkaya-Rundel, M. (2014). *OpenIntro Statistics*. OpenIntro, Inc. - Această carte este disponibilă gratuit și oferă o introducere la statistica modernă, inclusiv concepte și exemple relevante pentru cercetarea actuală.
64. Fowler Jr., F. J. (2013). *Survey Research Methods* (4th ed.). Sage Publications, Inc.
65. Groves, R. M., Fowler Jr., F. J., Couper, M. P., Lepkowski, J. M., Singer, E., & Tourangeau, R. (Eds.). (2009). *Survey Methodology* (2nd ed.). Wiley.
66. Lavrakas, P. J. (Ed.). (2008). *Encyclopedia of Survey Research Methods*. Sage Publications, Inc.
67. Saris, W. E., & Gallhofer, I. N. (Eds.). (2014). *Design, Evaluation, and Analysis of Questionnaires for Survey Research* (2nd ed.). Wiley
68. Adrian IOANA, Augustin SEMENESCU, Monica IORGA (CRĂCIUNICĂ), Claudiu NICOLICESCU, Bianca Cezarina ENE, Daniela Ionela JUGANARU, Dumitru DEONISE, Costin Alexandru DEONISE, Florin-Ștefan PETCU, „Managementul Calitatii. Teorie si Aplicatii. Ed. a II-a – revizuita si imbunatatita”, Ed. Printech, Bucuresti (in curs de aparitie).
69. Ioana, A., Semenescu, A., Marcu, D., Ghiban, A., Alina Nicoleta Colan, „Managementul Calității. Teorie și Aplicații”. Editura Matrix Rom, București, ISBN 978-973-755-894-7, 318 pag, 2013.
70. Ioana, A., Semenescu, A., Preda, C.F., Marcu, D., „Bazele Managementului. Teorie și Aplicații, Ediția a II-a revizuită și îmbunătățită”, Editura Matrix Rom, București, ISBN 978-973-755-761-2, 342 pg, București, 2012.
71. Ioana, A., Semenescu, A., Preda, C.F., „Management Strategic. Teorie și Aplicații”. Editura Matrix Rom, București, ISBN 978-973-755-8268, 204 pg, București, 2012.
72. Adrian IOANA, Daniela TUFEANU, Dragos Florin MARCU, Bogdan FLOREA, Daniela Alice LUTA, Bianca Cezarina ENE, Daniela Ionela JUGANARU, Roxana Marina SOLEA, „Historical and Educational Aspects of Discoveries and Inventions that Revolutionized Mankind”, EUROPEAN JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING (EJMSE), Volume 6, Issue 3, 2021: 131-135 www.ejmse.ro | ISSN: 2537-4338, DOI: 10.36868/ejmse.2021.06.03.131, 2021.
73. Florin-Ștefan Petcu, Adrian Ioana, Claudiu Nicolicescu, Monica Iorga (Crăciunică), Bianca Cezarina Ene, și Dumitru Deonise „Aspecte Privind Analiza și Cuantificarea Calității Produselor, Lucrărilor și Serviciilor (II)” articol în curs de publicare în revistele ACTA TECHNICA NAPOCENSIS – Seria: MATEMATICĂ APLICATĂ, MECANICA ȘI INGINERIE și REVIZIA TEHNOLOGIILOR NECONVENȚIONALE
74. Timoteo, M; Lourenco, E; Brochado, AC; Domenico, L; da Silva, J; Oliveira, B;

- Barbosa, R; Montemezzi, P; Mourao, CFDB; Olej, B; Alves, G, "Digital Management Systems in Academic Health Sciences Laboratories: A Scoping Review" , HEALTHCARE, ISSN 2227-9032, 2021, Volume, 9, Issue, 6, Pages, 222 - 286, WOS:000666094800001
75. Doring, S, "'The problem-centred expert interview'. Combining qualitative interviewing approaches for investigating implicit expert knowledge" , INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL RESEARCH METHODOLOGY, ISSN 1364-5579, 2021, Volume, 24, Issue, 3, Pages, 265 - 278, WOS:000539973000001
76. Van Wart, M; Roman, A; Wang, XH; Liu, C, "Operationalizing the definition of e-leadership: identifying the elements of e-leadership" , INTERNATIONAL REVIEW OF ADMINISTRATIVE SCIENCES, ISSN 0020-8523, 2019, Volume, 85, Issue, 1, Pages, 80 - 97, WOS:000461564700006
77. Van Wart, MM; Roman, A; Wang, XH; Liu, C, "Integrating ICT adoption issues into (e-)leadership theory" , TELEMATICS AND INFORMATICS, ISSN 0736-5853, 2017, Volume, 34, Issue, 5, Pages, 527 - 537, WOS:000401386000011
78. Ji, XY; Ye, H; Zhou, JX; Deng, WL, "Digital management technology and its application to investment casting enterprises" , CHINA FOUNDRY, ISSN 1672-6421, 2016, Volume, 13, Issue, 5, Pages, 301 - 309, WOS:000389837200001
79. Li, WZ; Liu, KC; Belitski, M; Ghobadian, A; O'Regan, N, "e-Leadership through strategic alignment: an empirical study of small- and medium-sized enterprises in the digital age" , JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY, ISSN 0268-3962, 2016, Volume, 31, Issue, 2, Pages, 185 - 206, WOS:000378667700007
80. Voce, J, "Reviewing institutional policies for electronic management of assessment" , HIGHER EDUCATION, ISSN 0018-1560, 2015, Volume, 69, Issue, 6, Pages, 915 - 929, WOS:000354292400003