

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI"
DIN IAȘI**

**Școala Doctorală a Facultății de Inginerie Chimică
și Protecția Mediului "Cristofor Simionescu"**



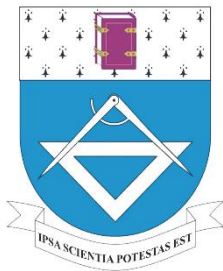
EVALUAREA SUSTENABILITĂȚII SISTEMELOR DE MANAGEMENT AL DEȘEURILOR DE AMBALAJE

-Rezumatul tezei de doctorat-

**Conducător de doctorat:
Prof.univ.emerit dr.ing. Carmen TEODOSIU**

**Doctorand:
Constantin Bogdan SETO**

IAȘI, 2025



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI"
DIN IAȘI**

**Școala Doctorală a Facultății de Inginerie Chimică
și Protecția Mediului "Cristofor Simionescu"**



EVALUAREA SUSTENABILITĂȚII SISTEMELOR DE MANAGEMENT AL DEȘEURILOR DE AMBALAJE

-Rezumatul tezei de doctorat-

Conducător de doctorat:

Prof.univ.emerit dr.ing. Carmen TEODOSIU

Doctorand:

Constantin Bogdan SETO

IAȘI, 2025

UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI

R E C T O R A T U L

Către

Vă facem cunoscut că, în ziua de 26 Septembrie 2025 la ora 10.00 în Sala de Consiliu a Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului "Cristofor Simionescu", va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată:

**“ EVALUAREA SUSTENABILITĂȚII SISTEMELOR DE MANAGEMENT AL
DEȘEURILOR DE AMBALAJE”**

elaborată de domnul **Seto Constantin Bogdan** în vederea conferirii titlului științific de doctor.

Comisia de doctorat este alcătuită din:

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Prof.univ.habil.dr.ing. Irina Volf | președinte |
| Universitatea Tehnică <i>Gheorghe Asachi</i> din Iași | |
| 2. Prof.univ.emerit dr.ing. Carmen Teodosiu | conducător de doctorat |
| Universitatea Tehnică <i>Gheorghe Asachi</i> din Iași | |
| 3. Prof.univ.habil.dr. Mircea Nicușor Nicoară, | referent oficial |
| Universitatea <i>Al.I.Cuza</i> Iași | |
| 4. Dr.habil. Mihai Adrian Brebu, CSI, | referent oficial |
| Institutul de Chimie Macromoleculară <i>Petru Poni</i> Iași | |
| 5. Conf.univ.habil.dr.ing. Brîndușa Mihaela Slușer | referent oficial |
| Universitatea Tehnică <i>Gheorghe Asachi</i> din Iași | |

Cu această ocazie vă invităm să participați la susținerea publică a tezei de doctorat.

RECTOR,

Prof.univ.dr.ing. Dan Cașcaval

Secretar universitate,

Ing. Cristina Nagîț

Mulțumiri

Întotdeauna am privit cu admirație cursus honorum reprezentat de parcursul academic încununat de susținerea unei teze de doctorat, în pofida provocărilor perioadei actuale care tinde să demonetizeze efortul depus pentru obținerea diplomei și mai ales titulatura de "Doctor". Îmi exprim speranța că viitorul va decide asupra unei juste reveniri în plan social a importanței învățământului în mod general și a educației continue pe tot parcursul vieții, în mod particular.

În primul rând întreaga mea recunoștință se îndreaptă către doamna Carmen Teodosiu, Profesor universitar emerit doctor inginer, pentru propunerea neașteptată, la momentul respectiv, de a urma un program de studii doctorale, pentru delicatețea dar și fermitatea cu care mi-a înfrânt rezistența motivată în principal de studiile universitare într-un alt domeniu, pentru înțelegerea, răbdarea, susținerea, dedicarea și profesionalismul cu care mi-a ghidat pașii pe întreaga durată a anilor de studiu și cercetare.

În egală măsură îi sunt recunoscător doamnei Daniela Gavrilescu, Șef lucrări doctor inginer, pentru întreg sprijinul necondiționat acordat, fără de care nu aș fi reușit să finalizez studiile doctorale, pentru susținere inclusiv morală, pentru atenție și răbdare.

Sunt totodată recunoscător membrilor Comisiei de îndrumare și integritate academică, doamnei Marcela Mihai, C.S.I dr.habil. de la Institutul de Chimie Macromoleculară "Petru Poni" din Iași, doamnei Daniela Fighir, Șef lucrări doctor inginer și domnului George Bârjoveanu, Conferențiar doctor inginer, pentru întreg sprijinul și disponibilitatea acordate, pentru experiența, expertiza și profesionalismul de care am beneficiat.

Mă consider profund îndatorat față de Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași și în mod particular față de Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului "Cristofor Simionescu", față de întreg personalul didactic implicat, pentru șansa de a învăța într-un cadru academic de excelență.

Pentru procesul de învățare, inerent parcursului profesional, în mare parte concomitent cu studiul și cercetarea aferente parcurgerii programului de master și celui de studii doctorale, le mulțumesc tuturor colegilor pe care i-am avut alături, însă în mod special țin să le adresez recunoștința mea:

- Dnei. Adela Lazăr și dlui. Cristian Lazăr, fondatorii grupului de firme GREEN CORPORATION, lideri pe piața națională a serviciilor de implementare a răspunderii extinse a producătorilor și a serviciului de colectare și reciclare a deșeurilor de ambalaje, companii în care activez și învăț de peste 6 ani, pentru oportunitatea unică de evoluție profesională pe care mi-au oferit-o și mulțumiri sincere, pentru calitatea umană și profesională;
- Colegilor fantastici de la GREENPOINT MANAGEMENT S.A. / GREEN PACK și GREEN UNIT / KNOWLEDGE: Geanin Șerban, Andrei Dinescu, Irina Ionescu, Septimiu Valasutean, Vlad Ioancea, Dan Ceașescu, și în mod special celor cu care am lucrat și împărțit momente de viață: Vlad Moise, Vlad Trușcă, Roxana Danila, Aida Soare, Oana Dima, Gabriel Gorgan, Daniel Mucoi, Ionut Varga, Adiel Copaci, Silvia Petre, Magda Tufan, și întregii echipe de la "Comercial", colegilor de la GREEN PACK SRL în mod special lui Andrei Dorojan, Marius Porojan, Ileana Nechita, Florentin Ivan și Valentin Anghel, oamenii care au reușit să impună aceste companii ca lideri incontestabili în domeniul gestionării deșeurilor de ambalaje.
- Colegilor extraordinari de la Consiliul Județean Bacău: Cătălin Dociu, Anca Chiorcea, Ciprian Boga, Nina Chiper, Dana Costras, Geanina Rarinca

și celor de la ADIS Bacău: Mircea Fechet, Despina și Cătălin Covaci, Andrei Guceanu, Dana Giurgiu, Diana Ilisanu și Claudiu Ilisanu, alături de care am reușit operationalizarea SISTEMULUI DE MANAGEMENT INTEGRAT AL DEȘEURILOR MUNICIPALE în județul BACĂU.

- Colegilor și concurenților din cadrul OIREP-urilor, în special celor din ASOCIAȚIA OIREP AMBALAJE, cu care am colaborat permanent (Sorin, Gigi, Mirela, Vitalie, Luminita, Marius, Iulian, Alina, Doru, Lăcrămioara, Nicoleta, Iulian, Sava).

- Consultanților și experților în domeniul fondurilor europene sau de mediu: dlui. Calin Trelea, dnei. Oana Musuroaea, dnei. Alina Oberdorfer și dnei. Anca Tofan, Andrei Bota, Alina Trente și Adela Placintescu, de la care am învățat de fiecare dată.

- Reprezentanților instituțiilor/autorităților publice: MINISTERUL MEDIULUI, AGENȚIA NAȚIONALĂ PENTRU PROTECȚIA MEDIULUI, în mod particular dnei. Mihaela Olaru, GARDA NAȚIONALĂ DE MEDIU- dnei. Cecilia Martin și dlui. Andrei Corlan, ADMINISTRAȚIA FONDULUI PENTRU MEDIU, AUTORITATEA NAȚIONALĂ PENTRU REGLEMENTARE SERVICII PUBLICE COMUNITARE DE UTILITĂȚI PUBLICE: dnilor. Bogdan Pantiru, Iulian Bandoiu și Ionel Tescaru, COMISIA DE MEDIU și cea ECONOMICA din CAMERA DEPUTAȚILOR, dlui. Costel Dunava;

și nu în ultimul rând:

- Primarilor cu care am interacționat de-a lungul timpului: dlui. Viorel Miron și echipei de la Comănești, dlui. Aurelian Ciubotaru de la Târgu Ocna, dlui. Gabriel Orandaru de la Caiuți, de la care am învățat despre provocările administrative din domeniu;

- Operatorilor de salubritate cu care am colaborat și de la care am învățat constant, în primul celor de la Romprest Service S.A.: Sorin Velicu, Dan Asmarandei, Marian Asmarandei, Razvan Duca, lui Dan Buzila de la MED SOLUTIONS Buhuși, și celor de la IRIDEX, AVE și ECO BIHOR ECOSUD, CLEANMAN, GLOD SAL, RER SUD S.A., EDIL INDUSTRY, JT GRUP, GIREXIM și ADI ECOO 2009 IALOMIȚA;

- Colaboratorilor de la ADI -urile din țară, cu precădere celor din Covasna, Csaba Benedek și Jozsef Ambrus, din Iași, Răzvan Gheorghiu și Mirela Farcas, precum și echipelor din Tulcea, Timiș, Bihor, Maramureș, Sălaj, Bistrița, Cluj, Buzău, Dolj, Caraș, Mureș, Botosani, Vaslui, Neamț și Vrancea, cu care am legat relații de prietenie în primul rând;

- Colaboratorilor din industria de reciclare a deșeurilor de ambalaje, în special dlui. Constantin Apostol de la AS METAL și dlui. Mihai Moloiu de la PROFESIONAL RECYCLING, celor din COALIȚIA PENTRU ECONOMIE CIRCULARĂ, DS SMITH, GREENGLASS, TERRA BLUE (dl. Sarboiu), VRANCART (Eduard Tipar), TURAL METAL (Mehmet Celik) de la care am învățat la modul practic;

- Colaboratorilor colectori de deșeuri de ambalaje, în mod particular celor de la VRANCART, EXPERT RECYCLING (Dan Ana), ANDRE MITAL (Regiu), ANEPAL (Marian), BAMIRON (Ionuț), MEHROM (Imy) și SIEKA GRUP, de la care am înțeles provocările și dificultățile muncii în domeniu.

CUPRINS

Introducere.....	1
Capitolul 1. Stadiul actual al cercetărilor în domeniul managementului deșeurilor de ambalaje.....	9
1.1. Ambalajele și deșeurile de ambalaje.....	9
1.1.1. Compoziția și proprietățile ambalajelor.....	11
1.1.1.1. Ambalaje și deșeurile de ambalaje din materiale plastic.....	13
1.1.1.2. Ambalaje și deșeurile de ambalaje din sticlă.....	21
1.1.1.3. Ambalaje și deșeurile din ambalaje din metal.....	22
1.1.1.4. Ambalaje din hârtie și carton.....	30
1.1.1.5. Alte tipuri de ambalaje. Ambalajele biodegradabile.....	33
1.1.2. Clasificarea deșeurilor de ambalaje.....	36
1.1.3. Ierarhia opțiunilor de management a deșeurilor de ambalaje.....	44
1.2. Contextul legislativ european și transpunerea în legislația națională.....	47
1.2.1. Legislația europeană și națională cu privire la deșeurile de ambalaj.....	47
1.2.2. Politici și strategii cu privire la managementul deșeurilor de ambalaje.....	53
1.2.3. Măsuri și instrumente economico-financiare / programe de finanțare.....	60
1.3. Organizarea sistemului național de managementul deșeurilor de ambalaje.....	61
1.4. Modalități de îndeplinire a obiectivelor de valorificare și reciclare a deșeurilor de ambalaje de către operatorii economici.....	75
1.4.1. Rolurile și atribuțiile Organizațiilor de Implementare a Răspunderii Extinse a Producătorului (OIREF-uri).....	83
1.4.2. Asigurarea trasabilității în managementul deșeurilor de ambalaje.....	95
1.5. Implementarea și evoluția Sistemului de Garanție Returnare.....	101
1.6. Impacturile de mediu, sociale și economice ale deșeurilor de ambalaje.....	107
Capitolul 2. Metodologia de evaluare a sustenabilității (impactului de mediu, impactului social și economic) sistemelor de management al deșeurilor de ambalaje.....	113
2.1. Metodologia de Reducere a Deșeurilor (Waste Reduction Model - USEPA WARM).....	117
2.1.1. Aspecte generale privind metodologia USEPA WARM.....	117
2.1.2. Etapele principale ale metodologiei: materiale, factori de emisie și opțiuni de tratare a deșeurilor de ambalaje utilizate.....	118
2.2. Metodologia de analiză de tip Puncte tari - Puncte slabe - Oportunități și Amenințări (SWOT).....	123
2.2.1. Aspecte cheie ale metodologiei de analiză SWOT.....	123
2.2.2. Principalele aplicații și limitări ale analizei SWOT.....	125
2.2.3. Metodologia SWOT în analiza managementului deșeurilor de ambalaje.....	127
Capitolul 3. Evaluarea sustenabilității sistemului național de management al deșeurilor de ambalaje.....	131
3.1. Contextul și obiectivele studiului.....	132
3.2. Situația actuală a managementului deșeurilor de ambalaje.....	136
3.3. Sustenabilitatea sistemului de management al deșeurilor de ambalaje.....	140
3.3.1. Impactul asupra mediului al sistemului de management al deșeurilor de ambalaje.....	140
3.3.2. Impacturile social și economic ale sistemului de management al deșeurilor de ambalaje.....	144
3.4. Sustenabilitatea managementului deșeurilor de ambalaje din PET și aluminiu.....	146
3.4.1. Managementul și sustenabilitatea deșeurilor de ambalaje de plastic de tip PET.....	146
3.4.2. Managementul și sustenabilitatea deșeurilor de ambalaje metalice din aluminiu.....	149
Concluzii parțiale.....	153
Capitolul 4. Evaluarea sustenabilității managementului deșeurilor de ambalaje pentru băuturi de unică folosință.....	157
4.1. Contextul studiului.....	157
4.2. Strategia cercetării și prelucrarea inițială a datelor cu privire la cantitățile de deșeurilor de ambalaje de unică folosință pentru băuturi (AUFB) generate.....	159
4.3. Impactul asupra mediului al deșeurilor de ambalaje unică folosință pentru băuturi versus ambalaje reutilizabile.....	163
4.3.1. Emisiile de gaze cu efect de seră asociate cu etapa de Sfârșit al Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje pentru băuturi.....	163

4.3.2. Consumul de energie asociat etapa de Sfârșit al Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje pentru băuturi.....	167
4.4. Impactul social al opțiunilor de Sfârșit al Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje pentru băuturi.....	170
4.5. Impactul economic al opțiunilor de Sfârșit al Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje pentru băuturi.....	173
4.6. Profilurile de sustenabilitate ale opțiunilor de Sfârșit al Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje pentru băuturi.....	177
Concluzii parțiale.....	178
Capitolul 5. Analiza SWOT a sistemului național de management al deșeurilor de ambalaje.....	181
5.1. Puncte forte (Strengths).....	182
5.1.1 Introducerea Sistemului Garanție Returnare si posibilitatea extinderii acestuia la alte tipuri de ambalaje.....	182
5.1.2. Dezvoltarea unor tehnologii de reciclare avansate.....	182
5.1.3. Creșterea colaborării între companii și autorități.....	182
5.1.4. Reglementările europene favorabile economiei circulare.....	182
5.2. Puncte slabe (Weaknesses).....	183
5.2.1. Combinarea reglementărilor europene cu implementarea locală deficitară.....	183
5.2.2. Impactul schimbărilor climatice asupra procesului de reciclare.....	183
5.2.3. Rata scăzută de recuperare a ambalajelor complexe.....	183
5.2.4. Deficiențe în controlul și reglementarea importurilor / exporturilor de deșeuri.....	183
5.3. Oportunități (Opportunities).....	183
5.3.1. Progresul în implementarea taxei pe plastic.....	185
5.3.2. Digitalizarea proceselor de gestionare a deșeurilor.....	184
5.3.3. Investițiile în reciclarea „deep-tech”.....	184
5.3.4. Creșterea cererii pentru ambalaje sustenabile pe piețele internaționale.....	184
5.3.5. Parteneriate public-private pentru proiecte de reciclare sau pentru operaționalizarea sistemului de gestionare a deșeurilor de ambalaje municipale la nivel național – Clearing House.....	184
5.4. Amenințări (Threats).....	185
5.4.1. Creșterea protecționismului economic global.....	185
5.4.2. Crizele economice care afectează investițiile în reciclare.....	185
5.4.3. “Oboseala” ecologică a consumatorilor.....	185
5.4.4. Instabilitatea reglementărilor internaționale privind reciclarea.....	185
5.5. Proiecții ale schimbărilor în cadrul sistemului național de management al deșeurilor de ambalaje din România.....	185
5.5.1 Scenariul 1: Tranziția rapidă către economia circulară susținută prin tehnologie și reglementări stricte.....	186
5.5.2 Scenariul 2: Continuitatea actualului sistem de reciclare, cu îmbunătățiri parțiale și stagnare în dezvoltarea infrastructurii.....	188
Concluzii.....	191
Bibliografie.....	195
Activitatea științifică.....	213

Notă: În rezumatul tezei de doctorat se prezintă într-o formă succintă introducerea, metodologiile și o parte din rezultatele originale obținute, concluziile generale și bibliografia selectivă. La redactarea rezumatului s-au păstrat notațiile și numerotarea pentru capitolele, paragrafele, figurile și tabelele utilizate în cadrul tezei de doctorat.

INTRODUCERE

La nivel global există o preocupare crescută legată de creșterea cantităților de deșeuri de ambalaje și de introducerea pe piață a unor ambalaje de materiale compozite care prezintă proprietăți mai bune în ceea ce privește conservarea și păstrarea integrității produsului, dar care ridică dificultăți majore în privința colectării separate ca deșeu și ulterior a valoricării materiale și energetice, respectând totodată principiul de "A nu prejudicia în mod semnificativ" mediul (în limba engleză *Do No Significant Harm*- DNSH) și de sprijini principiile economiei circulare, în contextul mai larg al dezvoltării durabile.

Acest context a determinat cercetări cu privire la noi abordări ale managementului deșeurilor de ambalaje și proiectării ecologice de ambalaje (eco-design), care sunt fundamentale pentru sustenabilitate. Pe măsură ce societatea contemporană se confruntă cu consecințele poluării, în special cauzată de materialele plastice și cu cele asociate generării unor cantități crescute de deșeuri, inovațiile duse în zona ambalajelor sustenabile au devenit esențiale pentru a minimiza impactul asupra mediului și pentru a se alinia la principiile economiei circulare. O nouă tendință în managementul deșeurilor de ambalaje este accentul sporit pe materialele care sunt concepute sau proiectate pentru a fi reutilizabile, reciclabile sau biodegradabile, ceea ce reduce semnificativ amprenta ecologică a ambalajelor (Bernal–Carrillo și colab., 2024; Jestratijević și Brodnjak, 2022).

Deșeurile de ambalaje cuprind o gamă largă de materiale, în principal materiale plastice, hârtie, carton, metale și sticlă (Gabriel și colab., 2023; Ncube și colab., 2021). Creșterea comerțului electronic a modificat tendințele de ambalare, necesitând utilizarea de materiale rezistente, care mențin integritatea produsului în timpul transportului (Arora și colab., 2022), dar care pot fi gestionate corespunzător în etapa de Sfârșit de Ciclu de Viață al Produsului. Compoziția deșeurilor de ambalaje arată o tendință îngrijorătoare în care tipurile de ambalaje flexibile și multistrat sunt mai greu de reciclat, ceea ce duce la o acumulare crescută în depozitele de deșeuri (Worrell și Sluisveld, 2013).

Opțiunile de tratare a deșeurilor de ambalaje sunt diverse și continuă să evolueze. Materialele reciclabile sunt de obicei supuse proceselor tradiționale de reciclare, care variază în funcție de regiune, însă sunt depedente critic de sortarea eficientă a diferitelor materiale (Ganczewski & Jemielniak, 2022; Varžinskas și Markevičiūtė, 2020). Un accent semnificativ a fost pus pe compostarea materialelor biodegradabile în condiții controlate, ceea ce permite materialelor să se descompună în mod natural, fără a contribui la poluarea mediului (Fennell și colab., 2024). Incinerarea, deși consumatoare de energie, rămâne o opțiune de tratare a materialelor plastice nereciclabile în od curent, deși ridică îngrijorări cu

privire la emisiile și riscurile pentru sănătate asociate tratamentului termic (Akinola și colab., 2014).

Contextul de dezvoltare a managementului deșeurilor de ambalaje și al designului ecologic pentru ambalaje se schimbă rapid ca răspuns la provocările stringente de mediu, sociale și economice. Generarea și compoziția deșeurilor de ambalaje necesită o reevaluare sistematică a opțiunilor de tratare și a modelelor inovatoare care promovează sustenabilitatea. Impacturile sunt interconectate cu apariția unei economii circulare care pune accent pe practicile conservative a resurselor și implicarea consumatorilor, pentru un viitor mai durabil.

În acest context, prezenta teză de doctorat cu titlul **"Evaluarea sustenabilității sistemelor de management al deșeurilor de ambalaje"** se aliniază cu tendințele actuale de reproiectare, reorganizare și eficientizare a practicilor actuale de management al deșeurilor de ambalaje, punând accentul pe opțiunile de tratare a materialelor de ambalaj de tip hârtie și carton, materiale plastice, materiale metalice, sticlă și lemn, aflate la Sfârșitul Ciclului de Viață al acestora, adică din momentul în care dobândesc din punct de vedere legal și tehnic statutul de deșeuri.

Obiectivul principal al tezei de doctorat este investigarea sistemică a managementului deșeurilor de ambalaje în contextul dezvoltării durabile sau al sustenabilității. Definirea sustenabilității în raport cu conceptul de sistem de management al deșeurilor în general, respectiv al celor de ambalaje în situația de față, s-a dovedit a fi un demers dificil, complex, dar necesar, mai ales în contextul în care literatura de specialitate s-a dovedit a fi limitată în adresarea acestei probleme considerând toți pilonii sustenabilității: protejarea mediului, dezvoltarea economică și impactul la nivelul societății. Majoritatea studiilor științifice până în prezent discută sustenabilitatea, mai ales prin impactul asupra mediului în diferite etape ale Ciclului de Viață ale produselor (ambalajelor), o parte din acestea abordează și impactul economic și mai puține evaluează impactul social.

Abordarea originală propusă în prezenta teza de doctorat constă în evaluarea sistemului de management al deșeurilor de ambalaje prin impacturi de mediu, sociale și economice, care dau profiluri de sustenabilitate al materialelor de tip ambalaj aflate la Sfârșitul Ciclului lor de Viață.

Obiectivele secundare asociate ale tezei de doctorat sunt focalizate astfel pe 2 direcții, una în care să se obțină o analiză cantitativă a sustenabilității sistemului de management al deșeurilor și a doua din care să rezulte o imagine calitativă a celor mai importante aspecte legate de managementul deșeurilor de ambalaje.

În cadrul primei direcții, obiectivele tezei de doctorat au fost următoarele:

OS 1. Obținerea unor profiluri cantitative de sustenabilitate prin evaluarea impacturilor de mediu, sociali și economici ai unui sistem național de management al deșeurilor al deșeurilor de ambalaj, pentru toate categoriile principale de ambalaje, prin indicatori de impact relevanți cum sunt: i) de mediu: emisiile de gaze cu efect de seră, respectiv consumul de energie; ii) social: efortul depus pentru a asigura efectuarea operațiunilor de tratare a deșeurilor (număr de ore lucrate sau echivalentul său număr de locuri de muncă cu normă întreagă) și iii) economici: salarii și impozite asociate operațiunilor de tratare a deșeurilor. Pentru atingerea acestui obiectiv a fost selectat sistemul național de management al deșeurilor din România, ca studiu de caz pentru un stat membru al Uniunii Europene cu anumite particularități în ceea ce privește managementul deșeurilor (performanțe scăzute în reciclarea deșeurilor în general, absența pentru perioada analizată a mecanismelor de tip Sistem de Garanție Returnare a deșeurilor pentru ambalaje, rezultate modeste încă în colectarea selectivă) și pentru o anumită perioadă, 2018-2020, care a oferit posibilități de analiză a impactului pe termen mediu a implementării ultimei revizii ale Directivei europene 94/62, înainte de înlocuirea completă a acesteia. Prin aplicarea metodologiei de evaluare cantitative US EPA WARM versiunea 15, au fost obținute și publicate pentru prima dată profilurile de sustenabilitate a sistemului național de management al deșeurilor de ambalaje din România și variația acestora în timp (**Gavrilescu și colab., 2023**).

OS 2. Obținerea unor profiluri cantitative de sustenabilitate prin evaluarea impacturilor de mediu, sociali și economici ale unor deșeuri de ambalaj vizate în mod țințit de legislația europeană- deșeuri de ambalaj de polietilentereftalat (PET) și aluminiu. Obligatorietatea monitorizării și raportării acestor 2 subcategorii de deșeuri de ambalaj a apărut în 2018. În realizarea acestui obiectiv au fost considerate datele raportate către Agenția Fondului de Mediu pentru România (singura sursă care prezintă defalcăt cifrele pentru aceste 2 subcategorii de deșeuri de ambalaje), pentru perioada 2018-2020 și metodologia US EPA WARM versiunea 15. Rezultatele originale au fost publicate (**Gavrilescu și colab., 2023**) și au prezentat pentru prima dată în literatura științifică profiluri cantitative de sustenabilitate pentru deșeurile de ambalaj de tip PET și respectiv Aluminiu, precum și variația acestora în timp.

OS 3. Evaluarea cantitativă a sustenabilității deșeurilor de ambalaje de unică folosință pentru băuturi prin indicatori de impact de mediu, sociali și economici relevanți, (aceeași care au fost menționați anterior). Îndeplinirea acestui obiectiv a presupus în primă parte o estimare indirectă a cantităților și compoziției de deșeuri de ambalaje de unică folosință pentru România (un prim element de originalitate) urmată de aplicarea

metodologiei US EPA WARM versiunea 15 pentru obținerea de profiluri de sustenabilitate (analiza sustenabilității sistemului de management al deșeurilor de ambalaje de unică folosință reprezintă un alt element de originalitate). Tot ca abordare originală a fost analizat impactul asupra sustenabilității al tranziției de la ambalaje de unică folosință pentru băuturi la ambalaje returnabile. Rezultatele obținute referitoare la sustenabilitatea actuală a managementului deșeurilor de ambalaje de unică folosință (an de referință 2019) și tranziția către ambalaje returnabile/reutilizabile (ani de referință 2030 și respectiv 2040) au fost trimise spre publicare (**Seto și colab., 2025**).

În cadrul celei de-a doua direcții, obiectivul secundar asociat al tezei de doctorat a fost formulat după cum urmează:

OS 4. Analiza calitativă a sistemului de management al deșeurilor de ambalaje prin identificarea punctelor forte, punctelor slabe, oportunităților și amenințărilor folosind metodologia Strengths-Weaknesses- Opportunities- Threats, SWOT. Ca subiect al analizei calitative, pentru îndeplinirea acestui obiectiv, a fost același sistem național de management al deșeurilor de ambalaje, cel din România, analiza SWOT punând în evidență principalii factori interni și externi care influențează sistemul, venind în completarea informațiilor oferite de evaluările cantitative.

Teza de doctorat cuprinde o parte Introductivă în care sunt prezentate obiectivul principal și obiectivele secundare ale studiului și 5 capitole în care sunt discutate stadiul actual al cercetărilor în domeniul managementului deșeurilor de ambalaje, metodologiile utilizate pentru studiile de evaluare a sustenabilității și respectiv analiza Punctelor Forte-Punctelor Slabe-Oportunităților-Amenințărilor (SWOT) și rezultatelor obținute. Teza de doctorat are o secțiune de Concluzii finale privind evaluarea sustenabilității sistemelor de management a deșeurilor de ambalaje. Teza de doctorat are un număr de 214 pagini, conține 33 tabele, 36 figuri și un număr de 189 referințe bibliografice.

În **Introducere** sunt prezentate sintetic cele mai importante aspecte de tendințele actuale înregistrate în domeniul ambalajelor și a deșeurilor de ambalaje, precum și în managementul acestora din urmă. Deșeurile de ambalaje constituie provocări deosebite atât din perspectiva tendințelor crescătoare ale cantităților generate, cât și din perspectiva compoziției acestora care a devenit mai complexă, pentru a răspunde nevoilor de conserbare și transport al produselor. De asemenea, sunt incluse aspecte legate de impactul de mediu, social și economic al managementului deșeurilor de ambalaje. Această secțiune se finalizează cu formularea obiectivului principal și a obiectivelor secundare ale tezei de doctorat.

Capitolul 1 discută stadiul actual al cercetărilor în domeniul managementului deșeurilor de ambalaje, pornind de la caracterizarea ambalajelor și a deșeurilor de ambalaje. Au fost prezentate ierarhia opțiunilor cu privire la managementul deșeurilor de ambalaje și contextul legislativ european și național (din România). Pe lângă instrumentele legislative au fost descrise și măsurile și instrumentele economico-financiare și principalele părți interesate din acest domeniu. Organizarea sistemului național de management al deșeurilor a fost prezentat împreună cu impactul generat de implementarea, în paralel cu principiul extensiv de Responsabilitate Extinsă a Producătorilor (REP), al Sistemului de Garanție Returnare. O evaluare a literaturii în ceea ce privește sustenabilitatea deșeurilor de ambalaje încheie acest Capitol.

În al doilea capitol sunt descrise sursele de date primare folosite în teza de doctorat cu privire la generarea, colectare și modalitatea de tratare a deșeurilor de ambalaje pe categoriile de materiale: hârtie și carton, plastic, sticlă, lemn, metal, precum și cele 2 metodologii utilizate pentru evaluarea sistemului de management al deșeurilor de ambalaje la nivel național: metodologia de Reducere a Deșeurilor (Waste Reduction Model - USEPA WARM) și metodologia Punctelor Forte-Punctelor Slabe- Oportunităților- Amenințărilor (SWOT).

Capitolul 3 reprezintă contribuțiile originale aduse în domeniul evaluărilor de sustenabilitate aplicate pe un sistem național de management al deșeurilor (studiu de caz: România). Sustenabilitatea a fost evaluată pornind de la mai multe surse primare de date: Agenția națională pentru Protecția Mediului, Administrația Fondului pentru Mediu și Planul Național de gestiune a deșeurilor 2018-2025 și a fost analizată pentru perioada 2018-2020 pentru a observa pe un termen mediu impactul schimbărilor induse de legislația europeană în domeniu din acel moment. Toate cei trei piloni ai sustenabilității (mediu, societate, economie) au fost cuantificați prin indicatori relevanți pentru managementul deșeurilor de ambalaj, fiind generate profiluri de sustenabilitate ale unui sistem național de management al deșeurilor de ambalaje în general și țintit pentru deșeurile de ambalaje de plastic de tip PET și deșeurile de ambalaje metalice de tip aluminiu (legat de aceste 2 subcategorii ale deșeurilor de ambalaje, obligațiile de monitorizare și raportare au fost implementate în 2018).

Alte contribuții originale au fost aduse în zona managementului deșeurilor de ambalaje de unică folosință pentru băuturi, rezultatele fiind prezentate în **Capitolul 4**. Deoarece acest tip de deșeurile de ambalaje nu sunt monitorizate obligatoriu în legislație, o metoda de estimare indirectă a fluxurilor de materiale implicate, atât din perspectiva materialului conținut în ambalaj, cât și din perspectiva produsului conținut a fost propusă pentru a obține date de intrare care să permită ulterior evaluările de sustenabilitate.

Metodologia utilizată a fost, ca și în cazul Capitolului 3, US EPA WARM, ceea ce a permis obținerea pentru prima dată pentru România a profilurilor de sustenabilitate pentru această categorie a deșeurilor de ambalaje, pentru anul de referință. Tendințele actuale de tranziție de la ambalaje de unică folosință la ambalaje returnabile sau reutilizabile au fost investigate în acest capitol, ținând cont de proiecțiile de lungă durată pentru tendințele menționate respective orizont 2030 și orizont 2040.

Capitolul 5 discută din perspective metodologiei SWOT cele mai importante aspecte calitative legate de managementul deșeurilor de ambalaje. Pe baza aspectelor identificate au fost elaborate 2 Scenarii unul optimist (Scenariul 1) și unul conservator (Scenariul 2) ca perspective de dezvoltare a sistemului național de management al deșeurilor de ambalaje.

Ultima secțiune cuprinde **concluziile** principale ale tezei de doctorat, subliniind principalele rezultate obținute și discutând viitoarele direcții de cercetare. La final este prezentată secțiunea de referințe bibliografice consultate, precum și activitatea științifică reprezentată de lucrările publicate și participările la conferințe naționale și internaționale.

CAPITOLUL 2. METODOLOGIA DE EVALUARE A SUSTENABILITĂȚII (IMPACTULUI DE MEDIU, IMPACTULUI SOCIAL ȘI ECONOMIC) SISTEMELOR DE MANAGEMENT AL DEȘEURILOR DE AMBALAJE

Obiectivul principal al acestui capitol este de a prezenta într-o manieră succintă principalele metodologii folosite în teza de doctorat, care stau la baza capitolelor 3, 4 și 5 care prezintă rezultatele originale ale studiilor efectuate. Astfel, au fost utilizate două metodologii, una care permite o analiză cantitativă a profilului de sustenabilitate a sistemului de management al deșeurilor de ambalaj în diferite situații- metodologia de Reducere a Deșeurilor (Waste Reduction Model - USEPA WARM) și a doua care permite o evaluare calitativă a situației sistemului de management al deșeurilor de ambalaje bazată pe analiza punctelor forte, punctelor slabe, oportunităților și amenințărilor (SWOT). Aceste metodologii au fost utilizate în contextul unui cadru național specific, cel al României și au putut surprinde și descrie starea sistemului de management al deșeurilor de ambalaje în contextul sustenabilității.

Sursele de date primare referitoare la cantitățile de deșeuri de ambalaje pe tipuri de materiale și modalitatea acestora de tratare provin din 3 surse primare: Agenția Națională pentru Protecția Mediului, Administrația Fondului pentru Mediu și Planul Național de Gestiune a Deșeurilor. Principalele informații statistice sunt prezentate în acest capitol.

2.1 Metodologia de Reducere a Deșeurilor (*Waste Reduction Model* - USEPA WARM)

2.1.1 Aspecte generale privind metodologia USEPA WARM

Agenția pentru Protecția Mediului din SUA (United States Environmental Protection Agency) a dezvoltat metodologia de Reducere a Deșeurilor (în limba engleză: Waste Reduction Model, abreviat: WARM) ca un instrument conceput pentru a evalua și compara impactul asupra mediului al diferitelor opțiuni de tratare și valorificare a deșeurilor.

Metodologia WARM a fost creată pentru a sprijini organizațiile, factorii de decizie și profesioniștii în managementul deșeurilor să înțeleagă impactul asupra mediului al diferitelor practici de tratare a deșeurilor (Halim și Srinivasan, 2002). Modelul utilizează o abordare a ciclului de viață în etapa de Sfârșit a Ciclului de Viață a unui material (ambalaj în cazul de față), evaluând opțiunile de tratare a deșeurilor de la producție până la eliminare, permițând o înțelegere cuprinzătoare a implicațiilor lor asupra mediului (Oo și Thin, 2022).

Actualizarea metodologiei WARM la versiunea 15 include impacturile social și economic exprimate prin indicatorii de tipul: număr de ore lucrate, salarii și impozite. Impacturile sociale și economice includ impacturile directe asociate cu transformarea efectivă a materialelor reciclabile în produse comercializabile și impacturile indirecte, inclusiv colectarea, sortarea și transportul unui material.

2.2 Metodologia de analiză de tip *Puncte tari - Puncte slabe - Oportunități și Amenințări* (SWOT)

2.2.1 Aspecte cheie ale metodologiei de analiză SWOT

Metodologia de analiză de tip Puncte tari - Puncte slabe - Oportunități și Amenințări, acronim SWOT (în limba engleză: Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats) este un instrument fundamental în managementul strategic, aplicat pe scară largă în diverse sectoare. Cele patru dimensiuni oferă unei organizații sau unui sistem o abordare structurată pentru evaluarea factorilor interni și externi care îi pot influența poziționarea strategică și performanța operațională. Este deosebit de util pentru organizațiile care doresc să-și identifice avantajele competitive și să elaboreze strategii adecvate care să se alinieze cu obiectivele lor (Helms și Nixon, 2010).

2.2.3 Metodologia SWOT în analiza managementului deșeurilor de ambalaje

Analiza SWOT a fost utilizată pe scară largă în diferite domenii ale managementului deșeurilor cu scopul de a propune obiective strategice durabile de dezvoltare. Diverse studii documentează aplicabilitatea analizei SWOT de la evaluarea managementului deșeurilor municipale solide municipale la strategiile organizațiilor implicate în eliminarea deșeurilor.

De exemplu, evaluarea politicilor de gestionare a deșeurilor de către Rahman și colab. utilizează în mod eficient analiza SWOT pentru a evalua capacitățile operaționale și domeniile care necesită reforme (Rahman și colab., 2020). În mod similar, Yang și Li au utilizat metodologia SWOT pentru a analiza practicile de minerit urban și situația de management al deșeurilor municipale solide din Beijing, subliniind utilitatea acesteia în identificarea atât a punctelor forte (interne), cât și a oportunităților (externe), care sunt esențiale pentru îmbunătățirea practicilor de management al deșeurilor în diferite sectoare (Yang și Li, 2012).

Analiza SWOT este utilă și în cazul evaluării punctelor forte, punctelor slabe, oportunităților și amenințărilor asociate cu sistemele de management al deșeurilor de ambalaje, reprezentând fundamentul pe care părțile interesate își pot dezvolta strategii eficiente.

Analiza SWOT oferă o imagine cuprinzătoare asupra diferitelor dimensiuni implicate în sistemele de management al deșeurilor de ambalaje. Aceste analize informează factorii de decizie și practicienii în legătură cu provocările actuale și potențialele direcții strategice care pot sprijini dezvoltarea durabilă și eforturile de management al deșeurilor de ambalaje.

CAPITOLUL 3. EVALUAREA SUSTENABILITĂȚII SISTEMULUI NAȚIONAL DE MANAGEMENT AL DEȘEURILOR DE AMBALAJE

3.1 Contextul și obiectivele studiului

Capitolul de față își propune: i) să evalueze sustenabilitatea materialelor folosite în ambalaje în etapa de Sfârșit al Ciclului de Viață, ii) să transpună țintele stabilite pentru recuperarea și reciclarea deșeurilor de ambalaje (per total, pe tip de material), așa cum sunt impuse de cadrul legislativ al UE, în indicatori de sustenabilitate, iii) să analizeze variațiile în profilurile de sustenabilitate a deșeurilor de ambalaje în timp, pe o perioadă medie ca durată- 3 ani, dar suficientă pentru a operaționaliza complet cerințele legislative impuse ale Directivei privind deșeurile de ambalaje. În acest sens a fost definită și evaluată materialele deșeurilor de ambalaje printr-un set adecvat de indicatori de sustenabilitate, începând cu obiectivele stabilite de politicile de recuperare și reciclare a deșeurilor și a fost modelată variația în timp a profilurilor de sustenabilitate a unui sistem național de management al deșeurilor de ambalaje, într-un context specific cu performanțe modeste în reciclarea deșeurilor solide (**Gavrilescu și colab., 2023**).

Indiferent de sursa de date utilizată privind deșeurile de ambalaje, toate cele 5 scenarii au făcut obiectul abordării metodologice prezentate în Figura 3.1. În prima etapă, a fost realizat un bilanț de masă al cantităților de deșeuri de ambalaje supuse operațiunilor de

deșeuri pe tip de material și operațiuni de gestionare a deșeurilor. Datele de ieșire din prima etapă, au fost introduse în instrumentul US EPA WARM v15 (2020), în care cantitățile de materiale de ambalare a deșeurilor și tipul de operare a deșeurilor au fost utilizate pentru a efectua calcule privind indicatorii de mediu, sociali și economici, bazată pe o abordare a ciclului de viață. Instrumentul utilizează factori de caracterizare pentru fiecare tip de material și operațiune de gestionare a deșeurilor pentru a transforma cantitățile de deșeuri în impacturi legate de deșeuri. Rezultatele modelării oferă impactul asupra mediului exprimat ca emisii de gaze cu efect de seră și consum de energie asociate exclusiv operațiunilor de tratare a deșeurilor, dar și în varianta cumulată cu etapa de producție a materialului de tip ambalaj și impacturi sociale și economice, calculate ca număr de locuri de muncă cu normă întreagă, salarii și impozite plătite în corelație cu operațiunile de gestionare a deșeurilor de ambalaje.

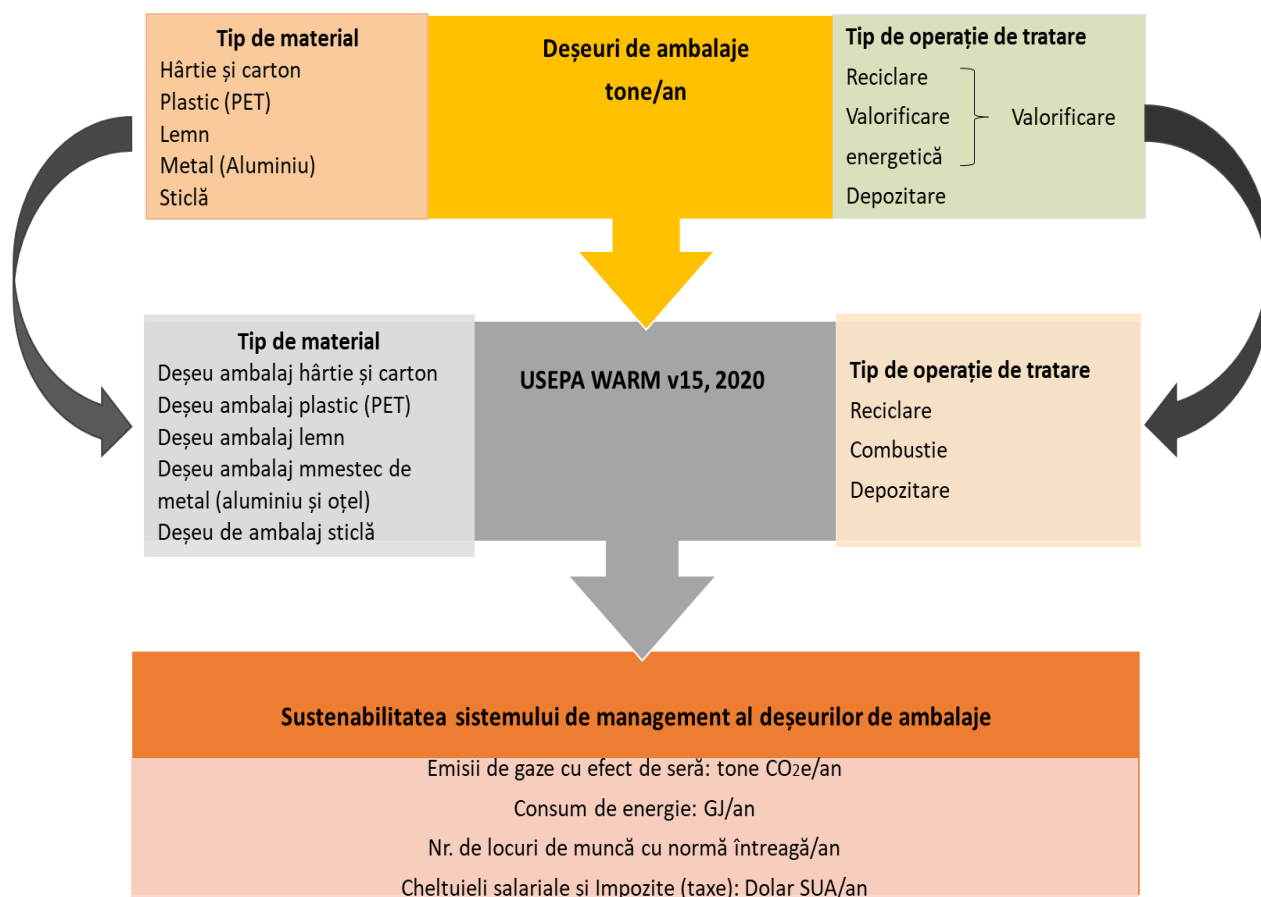


Figura 3.1. Abordarea metodologică a sustenabilității sistemului de deșeuri de ambalaje

3.3.1 Impactul asupra mediului al sistemului de management al deșeurilor de ambalaje

Impactul asupra mediului al sistemului de management al deșeurilor de ambalaje este estimat, așa cum a mai fost menționat până acum prin doi indicatori: emisiile de gaze cu

efect de seră (GES) și consumul de energie. Amprenta de carbon sau emisiile de gaze cu efect de seră a operațiunilor de management al deșeurilor de ambalaje este prezentată în Figura 3.6.

În toate cazurile scenariilor și anii studiați, valorile calculate ale emisiilor de gaze cu efect de seră sunt negative, în principal datorită faptului că deșeurile de ambalaje sunt valorificate în mare parte prin reciclare și într-o cantitate mai mică prin valorificare energetică și a faptului că metodologia US EPA WARM ia în considerare valori negative pentru factorii de emisie ai diferitelor operațiuni de reciclare a materialelor. Emisiile negative de GES înseamnă că, în ansamblu, sistemul de management al deșeurilor de ambalaje reduce impactul asupra mediului sau aduce beneficii de mediu. În scenariul AFM, rezultatele indică cea mai mică valoare a emisiilor de GES $-3,71 \times 10^6$ tone CO₂e în 2020. Cea mai mare valoare a emisiilor de GES este înregistrată în 2020, $-1,39 \times 10^6$ tone CO₂e în cazul scenariului PNGD_pop. În cazul scenariilor AFM și Eurostat, valorile emisiilor de GES nu urmează o anumită tendință în timp. Pentru scenariile PNGD se observă că impactul asupra mediului, calculat ca emisii de gaze cu efect de seră, crește în timp.

Comparând valorile pentru Eurostat_metalice și Eurostat_AI_oțel se poate spune că rezultatele nu sunt influențate de raportarea deșeurilor de ambalaje metalice ca amestec sau ca deșeuri de ambalaje din aluminiu și oțel. Comparând valorile pentru PNGD_da și PNGD_pop, se poate observa că cifrele populației utilizate în modelarea scenariului, dau o variație de doar 1% a emisiilor de GES în favoarea scenariului PNGD_da în 2018 și 1,5% pentru 2019 și 2020.

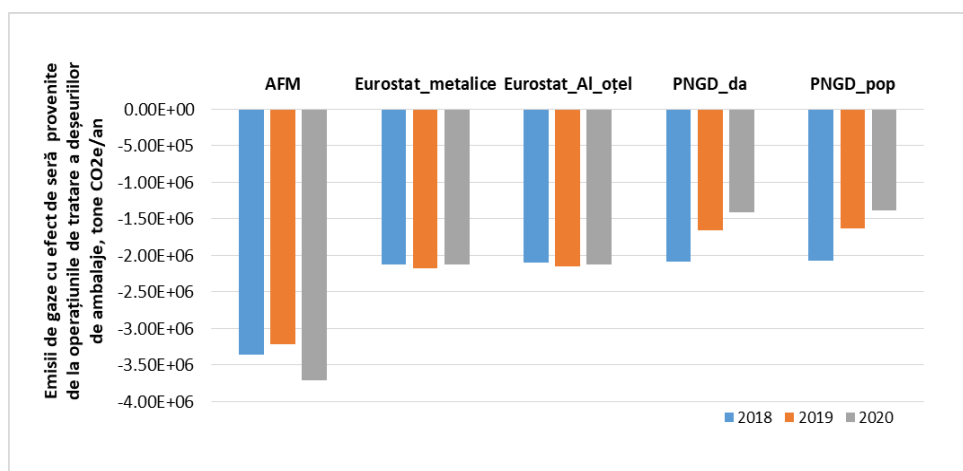


Fig. 3.6. Impactul de mediu calculat prin emisiile de GES din operațiunile de tratare a deșeurilor de ambalaje (tone CO₂e/an)

Când se calculează impactul asupra mediului al operațiunilor de producție și de tratare a deșeurilor de ambalaje (Figura 3.7), se poate observa că scenariul AFM are cel mai mare impact asupra mediului. Cantitățile de deșeuri de ambalaje reciclate în scenariile

AFM sunt cele mai mari, în comparație cu celelalte scenarii, dar acest lucru este legat și de consumul mai mare de materiale și energie pentru cantitățile de ambalaje care urmează să fie produse. Acesta este motivul pentru care emisiile totale de gaze cu efect de seră sunt maxime în scenariul AFM, indiferent de an.

Pentru fiecare dintre scenariile investigate, impactul asupra mediului crește în timp în perioada investigată, 2018-2020. În general, indiferent de scenariu, impactul asupra mediului estimat ca emisii de GES este între 1,3 și 1,8 ori mai mare în 2020, comparativ cu 2018. Principala cauză este creșterea cantităților de deșeurilor de ambalaje generate și colectate. Concomitent, s-a observat o scădere a ratelor de reciclare a deșeurilor de ambalaje, în special în 2019, urmat de 2020, comparativ cu 2018.

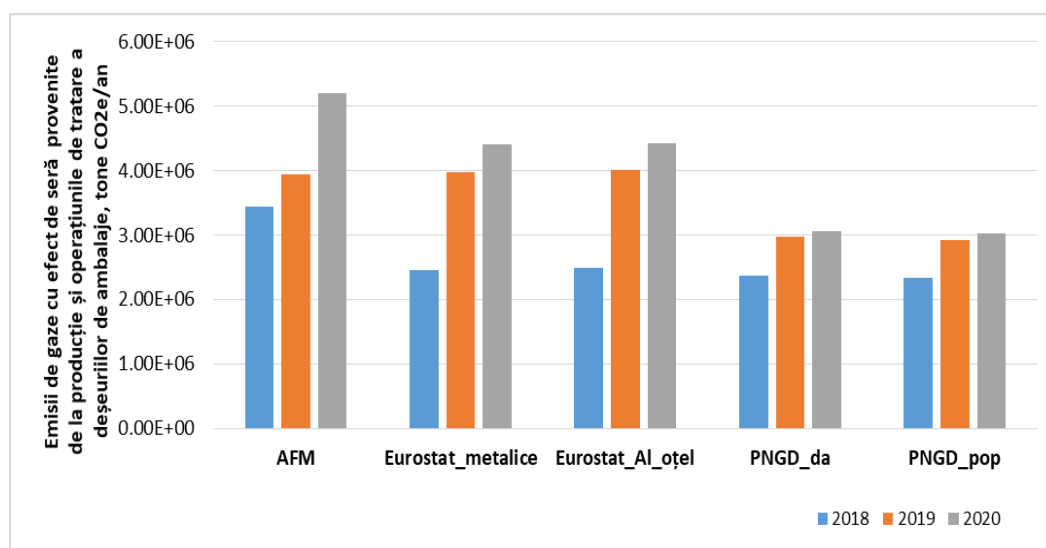


Fig. 3.7. Impactul de mediu calculat prin emisiile de GES din producția de ambalaje cumulat cu operațiunile de gestionare a deșeurilor de ambalaje, (tone CO_{2e}/an)

Impactul asupra mediului exprimat ca energie consumată în operațiunile de gestionare a deșeurilor de ambalaje prezintă un model similar cu cel calculat prin indicatorul emisii de GES. Conform metodologiei US EPA WARM, utilizarea energiei se referă la energia (sub toate formele) în etapa ciclului de viață (fie producție și/sau operațiune de gestionare a deșeurilor) a materialului de tip ambalaj. Așa cum a fost cazul factorilor de emisie pentru calculele emisiilor de GES, factorii asociați consumului de energie, în cazul reciclării materialelor de ambalaje sunt, de asemenea, negativi. Cea mai semnificativă reducere a consumului de energie se constată în 2018, pentru scenariul AFM, cu o valoare de $-2,9 \times 10^7$ GJ, în timp ce reducerea minimă a consumului de energie se înregistrează în 2020, în cazul scenariului PNGD_pop, respectiv $-1,1 \times 10^7$ GJ (Figura 3.8).

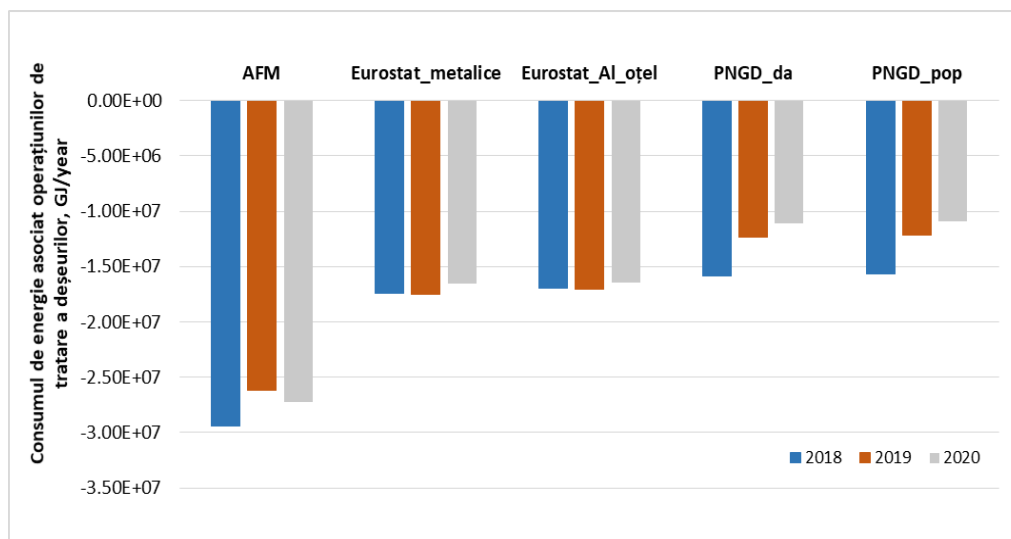


Fig. 3.8. Consumul de energie asociat operațiunilor de tratare a deșeurilor de ambalaje, (GJ/an)

Consumul de energie în timpul operațiunilor de producție și management al deșeurilor de ambalaje arată impactul asupra mediului al fiecărui scenariu analizat. Impactul asupra mediului crește în timp pentru fiecare scenariu cu un maxim, în 2020, de $2,96 \times 10^7$ GJ, în cazul scenariului PNGD_pop, până la $4,09 \times 10^7$ GJ, în cazul scenariului AFM (Figura 3.9).

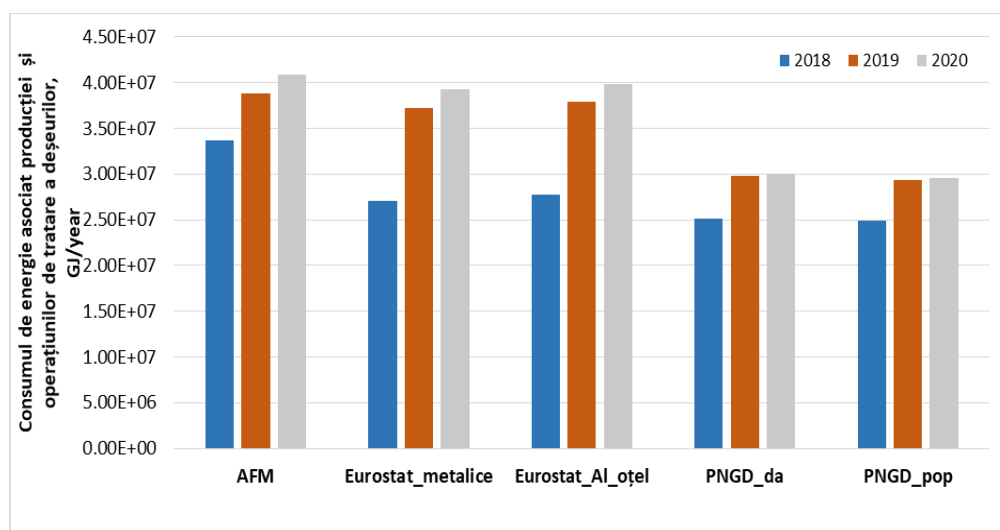


Fig. 3.9. Consumul total de energie asociat producției de ambalaje și cumulat cu cel asociat operațiunilor de tratare a deșeurilor de ambalaje, (GJ/an)

3.3.2 Impacturile social și economic ale sistemului de management al deșeurilor de ambalaje

Alături de impactul asupra mediului exprimat ca emisii de GES și consum de energie, metodologia US EPA WARM permite estimarea impactului social prin efortul depus în operațiunile de gestionare a deșeurilor, în acest caz exprimat ca număr de locuri de muncă

cu normă întreagă și economic prin salarii și impozite (taxe) calculate pentru diferite operațiuni de tratare a deșeurilor.

Pentru a obține impactul social exprimat prin numărul de locuri de muncă cu normă întreagă, rezultatele intermediare în ore pe an au fost ajustate cu numărul total de ore de lucru într-un an. Numărul de locuri de muncă cu normă întreagă depinde de cantitățile de deșeuri procesate și de tipul operațiunii efectuate. Astfel, valorile maxime sunt calculate pentru scenariul AFM în 2018, cu 14368 locuri de muncă cu normă întreagă, în timp ce valorile minime sunt calculate pentru scenariul PNGD_pop, în 2020, cu 5823 locuri de muncă cu normă întreagă. Pentru acest indicator se observă o tendință de scădere în timp pentru 4 din 5 scenarii. Doar în cazul scenariului AFM, valoarea 2019 este ușor mai mică decât în 2020 (Figura 3.10).

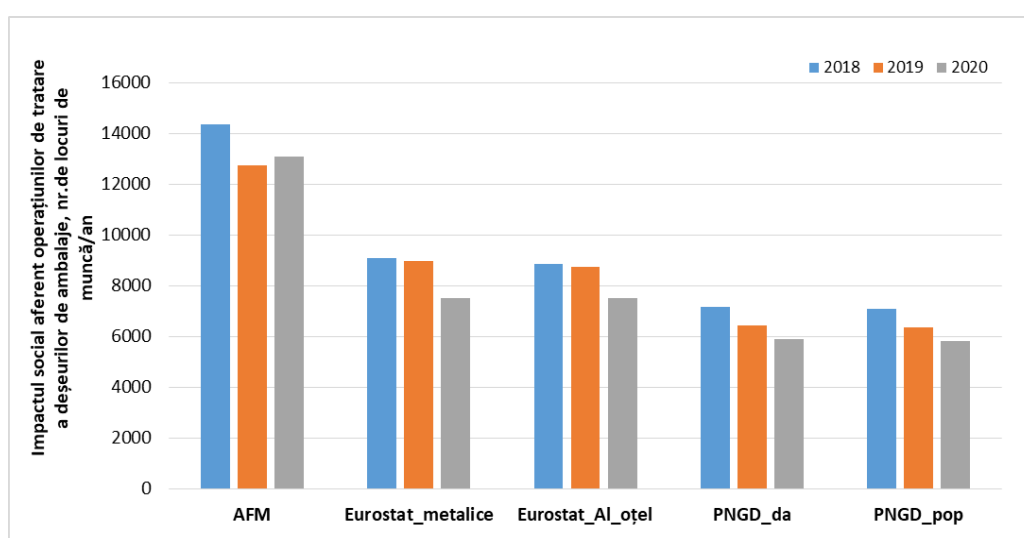


Fig. 3.10. Impactul social exprimat prin nr. de locuri de muncă cu normă întreagă necesare pentru efectuarea operațiunilor de tratare a deșeurilor, pe an

Indicatorul economic exprimat ca salarii urmează același model ca indicatorul social exprimat prin numărul de locuri de muncă cu normă întreagă. Valoarea maximă în ceea ce privește salariile totale pe an se înregistrează în cazul scenariului AFM în 2018 cu o valoare de aproximativ 692 milioane dolari SUA și valoarea minimă în cazul scenariului PNGD_pop în 2020 cu o valoare de 328 milioane dolari SUA (Figura 3.11).

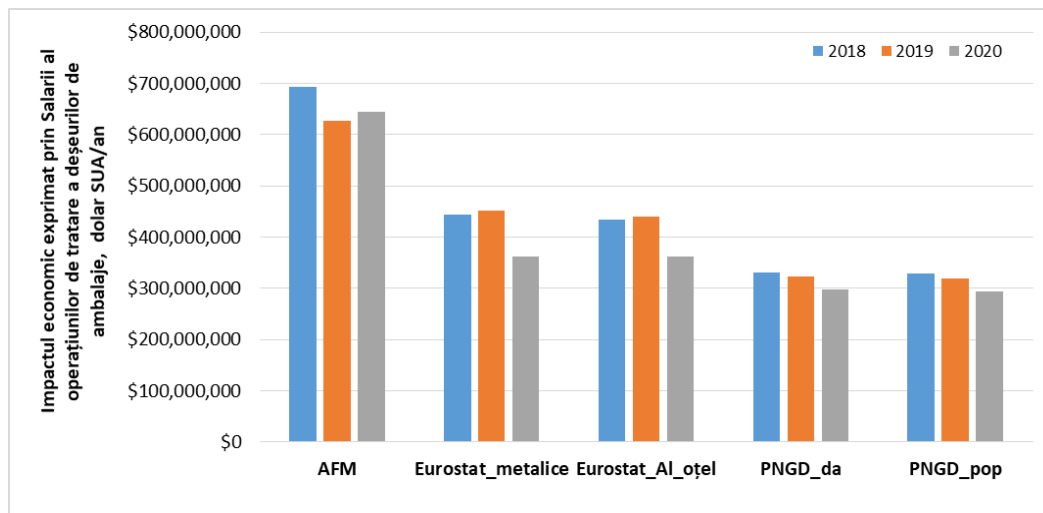


Fig. 3.11. Impactul economic exprimat prin Salariile plătite pentru efectuarea operațiunilor de tratare a deșeurilor de ambalaje, dolar USD/an

Cel de-al doilea indicator economic calculat este reprezentat de impozitele sau taxele rezultate din operațiunile de tratare a deșeurilor de ambalaje. Cu excepția scenariului AFM, în fiecare dintre scenariile investigate, cele mai mari sume sub formă de taxe au fost plătite în 2019, anul cu cele mai mici rate de reciclare. Cea mai mare valoare a impozitelor se înregistrează în 2018 cu o valoare de 136,7 milioane de dolari SUA (scenariul AFM). Cea mai mică valoare este întâlnită în 2018, cu o valoare de 56,7 milioane de dolari SUA în 2018 (scenariul PNGD_pop) (Figura 3.12).

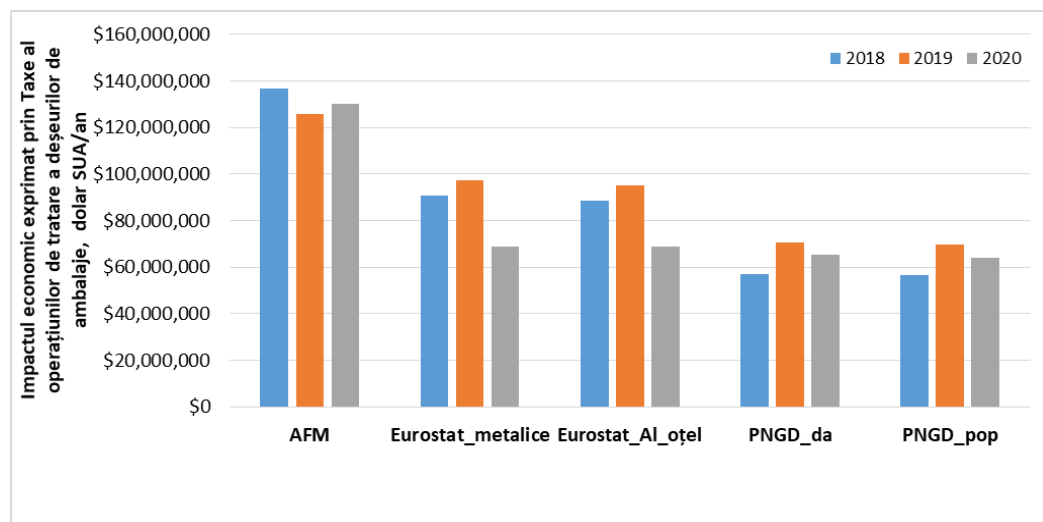


Fig. 3.12. Impactul economic exprimat prin Taxe plătite pentru efectuarea operațiunii de tratare a deșeurilor de ambalaje, dolar USD/an

3.4 Sustenabilitatea managementului deșeurilor de ambalaje din PET și aluminiu

Au fost obținute profiluri de sustenabilitate pentru fiecare tip de deșeu de ambalaj (hârtie și carton, plastic, metal, sticlă și lemn), pentru toate scenariile, în perioada 2018-

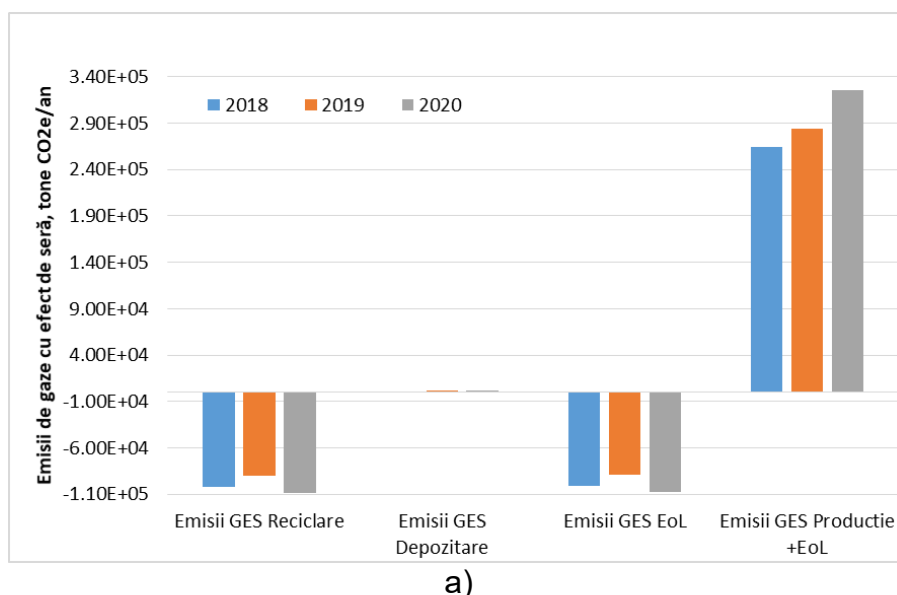
2020, însă în această secțiune accentul principal a fost pus pe deșeurile de ambalaje de plastic de tip PET și pe deșeurile de ambalaje metalice din aluminiu.

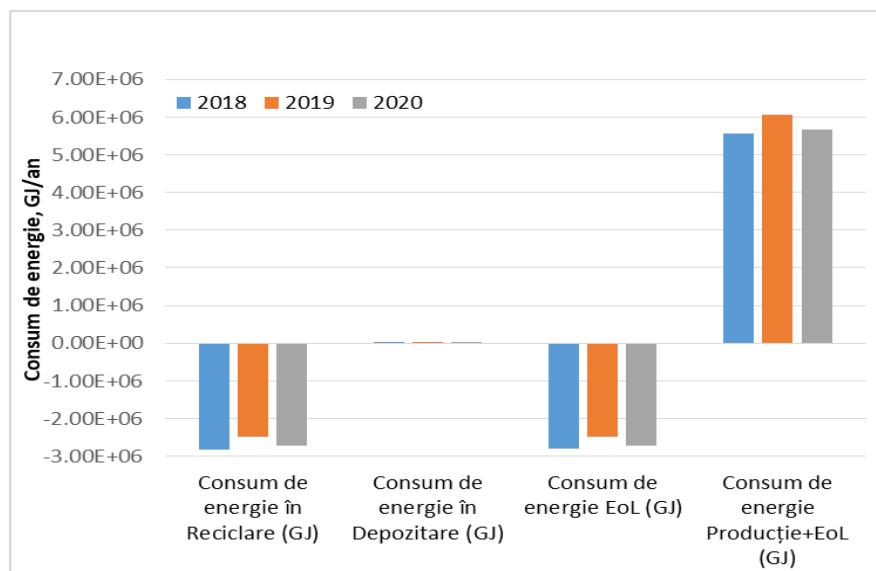
Motivația este aceea că începând cu anul 2018 a fost implementat un nou sistem de monitorizare și raportare a deșeurilor de ambalaje pentru deșeurile de ambalaje din PET și aluminiu. Au fost aplicate noi obligații legale privind țintele de valorificare și reciclare pentru aceste 2 tipuri de materiale, prin urmare, profilurile de sustenabilitate ale acestor 2 categorii de deșeuri de ambalaje au primit o atenție deosebită.

3.4.1 Managementul și sustenabilitatea deșeurilor de ambalaje de plastic de tip PET

Dintre scenariile investigate, doar în scenariul AFM (sursa de date de raportare este AFM) au fost disponibile statistici despre cantitățile de deșeurile de ambalaj de plastic de tip PET, procesate în operațiunile de tratare a deșeurilor. Astfel, datele prezentate în Figurile 3.13 a) și b) reflectă situația doar pentru acest scenariu.

În perioada investigată, ratele de reciclare a deșeurilor de ambalaje de plastic de tip PET au fost de 63% în 2018, 55% în 2019 și 61% în 2020. Ratele de reciclare obținute sunt încurajatoare, dat fiind că până în 2025, rata de reciclare a PET-ului ar trebui să ajungă la 65%. Din totalul emisiilor de GES generate de operațiunile de gestionare a deșeurilor PET, reciclarea are contribuția semnificativă (după cum se poate observa în Figura 13 a). Când sunt luate în considerare emisiile de GES din operațiunile de producție și de tratare a deșeurilor pentru deșeurile de ambalaje de plastic de tip PET, valorile arată o creștere când se compară valoarea aferentă anului 2020 cu cea aferentă anului 2018.





b)

Fig. 3.13. Impactul asupra mediului exprimat ca a) Emisii de GES (tone CO₂e/an) și b) Consumul de energie (GJ/an) pentru tratarea deșeurilor de ambalaje de plastic de tip PET

Indicatorul de consum de energie calculat pentru reciclare influențează semnificativ valorile calculate pentru consumului total de energie din toate operațiunile de gestionare a deșeurilor. Când se ia în considerare consumul de energie pentru operația de producție și de gestionare a deșeurilor, cel mai mare consum de energie se înregistrează în 2019, dar pentru toți anii rezultatele sunt în același interval Figura 3.13 b).

Indicatoriul social indică faptul că cea mai mare forță de muncă necesară (locuri cu normă întreagă) în operațiunile de tratare a deșeurilor a fost necesară în 2018, când a fost generată cea mai mare cantitate de deșeuri de ambalaje PET și a fost realizată cel mai mare procent de reciclare (Tabelul 3.3).

Tabelul 3.3. Locuri de muncă cu normă întreagă necesare în operațiunile de tratare a deșeurilor PET

An	Locuri de muncă, normă întreagă Reciclare	Locuri de muncă, normă întreagă Depozitare	Locuri de muncă, normă întreagă
2018	3029	40	3069
2019	2658	49	2708
2020	2912	42	2954

Indicatorii economici de tipul salariile și impozitele aferente operațiunilor de tratare a deșeurilor PET înregistrează cele mai mari valori pentru anul 2018, demonstrând aceeași tendință ca și indicatorul social calculat ca numărul de locuri de muncă cu normă întreagă (Tabelul 3.4).

Tabelul 3. 4. Salarii și taxe în operațiunile de gestionare a deșeurilor PET

An	Salarii Reciclare (\$)	Salarii Depozitare (\$)	Salarii Total (\$)	Impozite Reciclare (\$)	Impozite Depozitare (\$)	Impozite Total (\$)
2018	1.35E+08	2,68E+06	1.38E+08	2.31E+07	9,95E+05	2.41E+07
2019	1.20E+08	3.33E+06	1.23E+08	2.04E+07	1.24E+06	2.17E+07
2020	1.31E+08	2.84E+06	1.34E+08	2.24E+07	1.05E+06	2.34E+07

3.4.2 Managementul și sustenabilitatea deșeurilor de ambalaje metalice din aluminiu

Dintre toate cele 5 scenarii investigate, 2 scenarii oferă date privind cantitățile de deșeuri de ambalaje metalice din aluminiu și anume scenariile AFM și Eurostat_AI_oțel.

În ceea ce privește impactul asupra mediului, se poate afirma că emisiile de GES rezultate din reciclarea acestui tip de deșeuri au cea mai semnificativă contribuție din totalul emisiilor de GES provenite din operațiunile de gestionare a deșeurilor, însă insuficiente pentru a compensa GES rezultate din producția de ambalaje din aluminiu. Chiar dacă în timp, având ca an de referință 2018, emisiile de GES au fost reduse (în ceea ce privește operațiunile de reciclare sau managementul total al deșeurilor), amprenta de carbon rezultată din producție plus operațiunile de gestionare a deșeurilor a crescut în timp.

Toate cantitățile raportate de deșeuri de ambalaje metalice din aluminiu sunt toate mai mici în cazul scenariului Eurostat_AI_oțel decât în cazul scenariului AFM (cu 22% mai puțin în 2018, 7% în 2019 și 15% în 2020) atunci când sunt convertite în impacturi asupra mediului, diferențele devin mai semnificative (așa cum este prezentat în Figura 3.14).

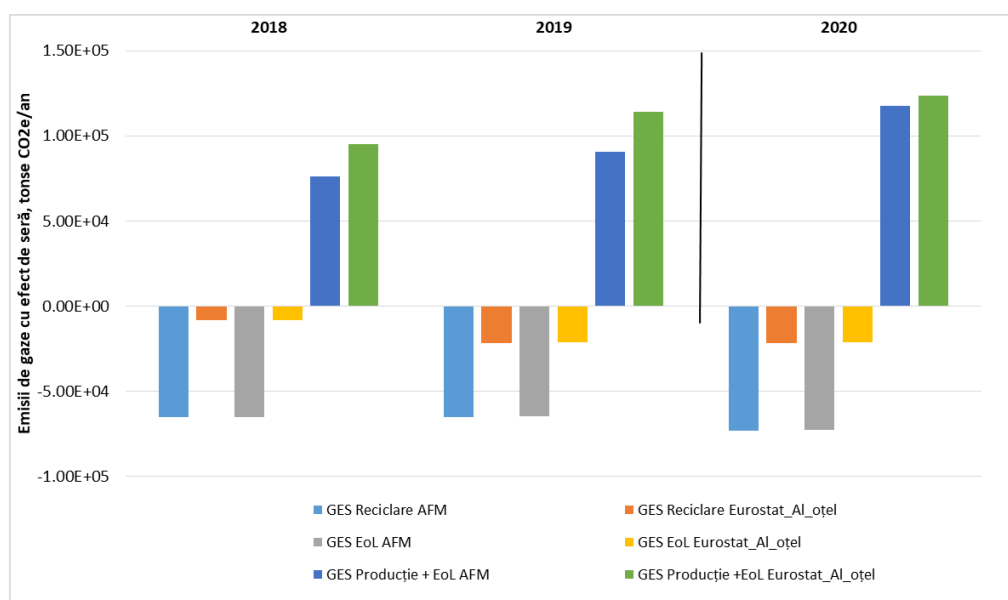


Fig. 3.14. Impactul asupra mediului exprimat ca GES (tone CO₂e/an) pentru scenariile pentru AFM și Eurostat_AI_oțel

Rezultatele în ceea ce privește impactul de de mediul calculat prin consumul de energie prezintă modele similare cu emisiile de GES. În perioada investigată, consumul de energie în reciclare indică valori în favoarea scenariului AFM, cu o valoare minimă în 2020 de $-1,11 \times 10^6$ GJ. În același an, valoarea, în cazul scenariului Eurostat_AI_oțel, este de $-2,17 \times 10^5$ GJ. Acesta este și cazul Consumului de energie calculat pentru întreaga etapă de management al deșeurilor. Impactul energetic calculat pentru etapa de producție cumulat cu cel de Sfârșit al Ciclului de Viață este pozitiv, indicând faptul că practicile actuale de management al deșeurilor de ambalaj metalic de tip aluminiu nu compensează consumul de energie în etapa de producție, dar scenariul AFM asigură un impact mai mic asupra mediului. Creșterea în timp a cantităților de deșeuri de ambalaje metalice din aluminiu conduce la creșterea impactului energetic cumulat, calculat pentru etapa de producție și de Sfârșit de Ciclu de Viață, în 2020 (Figura 3.15).

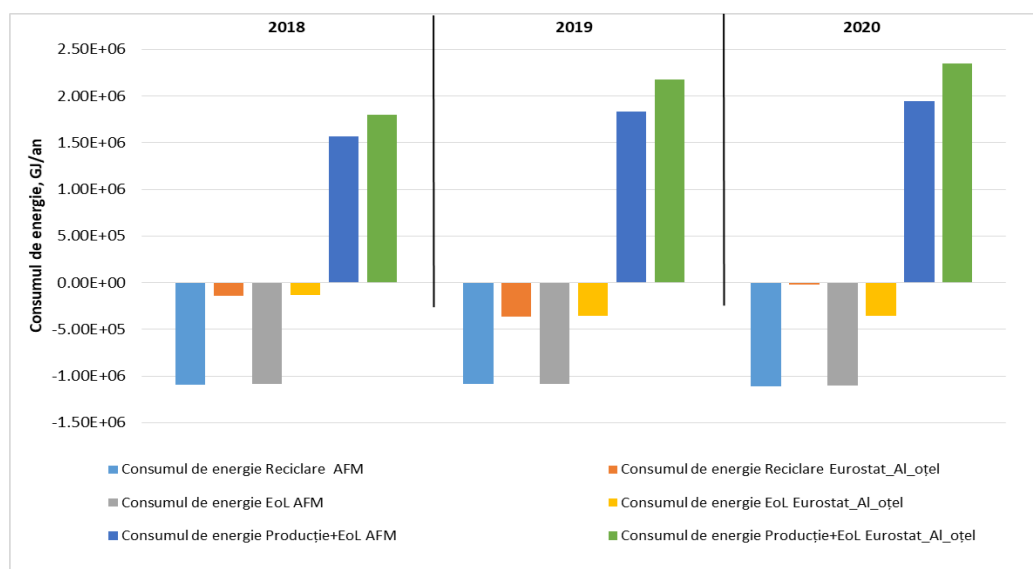


Fig. 3.15. Impactul asupra mediului exprimat prin consumul de energie (GJ/an) pentru scenariile pentru AFM și Eurostat_AI_oțel

În ceea ce privește indicatoriul social exprimat prin numărul de locuri de muncă cu normă întreagă necesare tratării deșeurilor de ambalaje metalice din aluminiu, rezultatele indică faptul că scenariul AFM va oferi mai multe oportunități de locuri de muncă în reciclare decât scenariul Eurostat_AI_oțel, în timp ce numărul de locuri de muncă în depozitarea acestui tip de deșeuri este relativ scăzut și similar în ambele scenarii (Tabelul 3.5).

Tabelul 3.5.Locuri de muncă cu normă întreagă necesare în operațiunile de tratare a deșeurilor de ambalaje metalice din aluminiu

An	Nr.Locuri de muncă, normă întreagă Reciclare AFM	Nr.Locuri de muncă, normă întreagă Reciclare Eurostat_AI_oțel	Nr.Locuri de muncă, normă întreagă Depozitare AFM	Nr.Locuri de muncă, normă întreagă Depozitare Eurostat_AI_oțel	Nr.Locuri de muncă, normă întreagă, AFM	Nr.Locuri de muncă, normă întreagă, Eurostat_AI_oțel
2018	587	76	14	14	601	90
2019	578	192	16	18	594	209
2020	591	184	17	19	608	203

Impactul economic calculat prin indicatorii salariile și impozitele plătite pentru operațiunile de tratare a deșeurilor evidențiază și mai mult diferențele dintre cele 2 scenarii investigate (Figurile 3.16 și 3.17) în favoarea scenariului AFM.

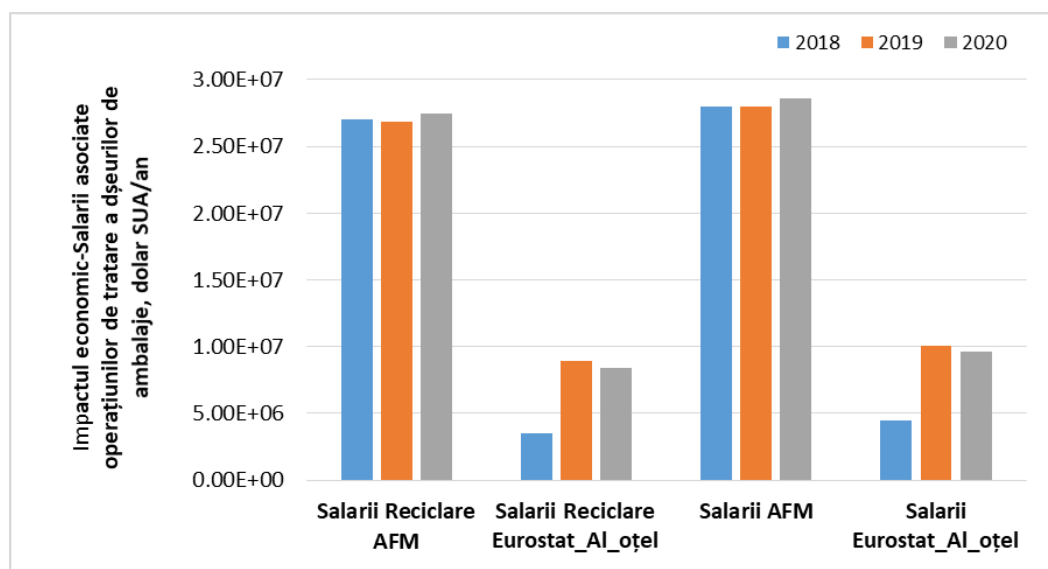


Fig. 3.16. Impactul economic- Salariile aferente operațiunilor de tratare a deșeurilor de ambalaje pentru reciclare și în total pentru toate opțiunile de tratare (scenariile AFM și Eurostat_AI_oțel)

În ceea ce privește variațiile de timp în perioada 2018-2020, nu există o creștere semnificativă în ceea ce privește salariile și impozitele în scenariul AFM. În scenariul Eurostat_AI_oțel, există o creștere semnificativă din 2018 până în 2019, în timp ce valorile din 2020 sunt ușor mai mici decât cele din 2019.

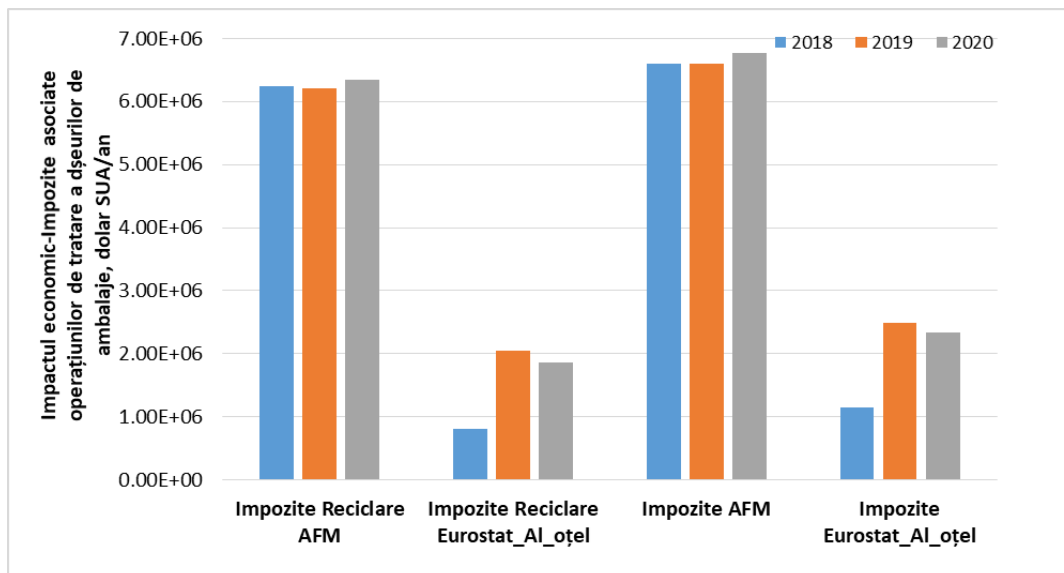


Fig. 3.17. Impactul economic-Impozite ferente operațiunilor de tratare a deșeurilor de ambalaje pentru reciclare și în total pentru toate opțiunile de tratare (scenariile AFM și Eurostat_AI_oțel)

În teorie, rata de reciclare a deșeurilor de ambalaje ar putea ajunge la 100%, iar în acest caz, impactul asupra mediului legat de operațiunile de deșeuri ar fi la o valoare minimă teoretică, însă, dacă se iau în considerare atât etapele de producție, cât și cele de tratare a deșeurilor, rezultatele nu s-ar transforma în „zero emisii de GES” și nici în „zero impact energetic”. În cadrul unui scenariu de reciclare 100%, indicatorii sociali și economici ar atinge maximul. Totuși, acest scenariu nu poate fi pus în practică deoarece nu toate materialele produse pot fi în primul rând reciclabile, nu toate materialele ajung ca deșeuri în containerele de colectare adecvate sau sunt sortate corect, iar la final nu toate deșeurile sunt transformate cu o eficiență de 100% în materiale utilizabile.

Ceea ce se poate face în practică este un echilibru între măsurile de prevenire și/sau de reducere a deșeurilor la sursă și de reciclare, și măsuri de reducere cât mai mult posibil a cantităților de deșeuri de ambalaje tratate prin incinerare și depozitare. Reducerea și înlocuirea materiilor prime virgine ar trebui să fie prioritare atât pentru operatorii de deșeuri, cât și pentru producători. Prin definiția sustenabilității, luată în considerare în acest studiu, obiectivul principal este de a obține o compensare a impactului asupra mediului în faza de producție cu cel din etapa de Sfârșit de Ciclu de Viață, făcând și un compromis în ceea ce privește indicatorii sociali și economici, care vor înregistra o scădere în etapa de Sfârșit de Ciclu de Viață.

O atenție deosebită ar trebui acordată și consumatorului și preferințelor acestuia. Clienții joacă un rol dublu: unul este legat de selecția ambalaje obținute din materiale sustenabile și care permit un număr cât mai mare de cicluri de utilizare pe etapă de consum,

În timp ce celălalt rol se leagă de punctul în care un material de ambalare se poate transforma rapid în deșeu care afectează soarta deșeurilor (dacă deșeurile respective sunt gestionate corespunzător pe tot parcursul etapei de Sfârșit al Ciclului de Viață). Angouria-Tsorochildou și colaboratorii (2023) au sugerat recent o înțelegere aprofundată a comportamentului consumatorului pentru a permite colectarea adecvată și tratarea ulterioară a deșeurilor de ambalaje.

Factorii de decizie relevanți ar putea încorpora studiile de sustenabilitate în elaborarea planurilor strategice de management al deșeurilor de ambalaje și nu numai, pe termen mediu și lung, cu o analiză mai atentă a impactului ratelor de generare a deșeurilor și al tehnologiilor de tratare și valorificare a deșeurilor, la nivel economic, social și de mediu.

Concluzii parțiale

În ciuda tuturor eforturilor depuse în managementul eficient al deșeurilor de ambalaje (implementare de noi tehnologii, stimulente financiare și context legislativ), consecințele asupra sustenabilității sunt dificil de evaluat din punct de vedere cantitativ. Acest studiu propune evaluarea sustenabilității sistemului de management al deșeurilor de ambalaje, prin transpunerea sau conversia indicatorilor tehnici monitorizați și raportați în mod uzual în domeniul deșeurilor (cantități de deșeuri generate, colectate și valorificate/reciclate și eliminate final) în indicatori de mediu, economici și sociali pentru a obține profiluri de sustenabilitate.

Sustenabilitatea sistemului de management al deșeurilor de ambalaje pentru România, stat membru al UE, a fost investigată pentru perioada 2018-2020, un interval de timp mediu de la o revizie importantă a Directivei privind ambalajele și deșeurile de ambalaje în 2018. România a fost selectată pentru că servește drept model pentru un sistem de management al deșeurilor de ambalaje ghidat în principal de principiului REP. Deși există scheme de colectare separată a materialelor reciclabile, România are unul dintre cele mai puțin performante sisteme de management al deșeurilor solide din Uniunea Europeană.

Pentru a observa modul în care profilurile de sustenabilitate sunt afectate de cantitățile raportate de deșeuri de ambalaje, de-a lungul etapei de Sfârșit al Ciclului de Viață, au fost dezvoltate cinci scenarii, având 3 surse oficiale de date privind deșeurile: Administrația Fondului pentru Mediu -AFM (1 scenariu), baza de date Eurostat (2 scenarii, diferențierea între metale amestecate și ambalaje din aluminiu și metal) și Planul Național de Gestionare a Deșeurilor- PNGD (2 scenarii, diferențierea cantităților estimate de ambalaje generate și ratele de generare de deșeuri de ambalaje prevăzute).

Din evaluarea situației actuale a managementului deșeurilor de ambalaje, doar în cazul datelor din sursa AFM s-a putut constata că au fost îndeplinite țintele actuale privind valorificarea și reciclarea la nivel general-ambalaj și pe tipuri de materiale. În ceea ce privește acuratețea datelor, statisticile AFM sunt considerate că au cel mai mare grad de certitudine având în vedere și consecințele financiare imediate asupra producătorilor și distribuitorilor de ambalaje.

O prezentare generală a principalelor rezultate ale profilurilor de sustenabilitate indică faptul că Scenariul AFM înregistrează cele mai scăzute emisii de GES ($-3,71 \times 10^6$ tone de CO_2e în 2020) și consum de energie ($-2,9 \times 10^7$ GJ în 2020), atunci când indicatorii sunt calculați pentru etapa de Sfârșit a Ciclului de Viață. Cele mai mari beneficii sociale (cele mai mari valori exprimate ca număr de locuri de muncă cu normă întreagă (14.368 în 2018) și cele mai semnificative impacturi economice exprimate în Salarii (692 milioane de dolari SUA în 2018) și Impozite (136,7 milioane de dolari în 2018). În schimb, emisiile totale de GES ($5,2 \times 10^6$ tone de CO_2e în 2020) și consumul de energie ($4,1 \times 10^7$ GJ în 2020) calculate cumulat pentru etapele de producție plus tratarea deșeurilor, au indicat că în cazul scenariului AFM, valorile au atins un maxim (s-au produs mai multe ambalaje, care în cele din urmă se vor transforma în deșeuri de ambalaje). În perioada 2018-2020, țintele de valorificare și reciclare impuse pentru deșeurile de ambalaje nu sunt suficiente pentru a compensa impactul asupra mediului în etapa de producție (exprimat ca emisii de GES și consum de energie), așa că ar trebui acordată mai multă atenție strategiilor de prevenire sau de reducere la sursă a deșeurilor.

Deoarece cerința de raportare suplimentară legată de deșeurile de ambalaje din PET și aluminiu din totalul deșeurilor de ambalaje din plastic și metal a fost impusă în 2018, precum și impunerile de noi ținte obligatorii de valorificare și reciclare, acest studiu completează literatura științifică din domeniu, cu profiluri de sustenabilitate pentru aceste deșeuri specifice de ambalaje (PET și aluminiu).

Pentru deșeurile de tip ambalaj metalic din aluminiu, datele au permis compararea a 2 scenarii (AFM și Eurostat_AI_oțel), cu indicatorii de impact asupra mediului fiind mai mici, iar indicatorii sociali și economici fiind mai mari pentru scenariul AFM. Pentru deșeurile de tip ambalaj de plastic de PET, datele au fost disponibile doar din sursa AFM. Atât pentru deșeurile de ambalaje de tip PET, cât și pentru deșeurile din aluminiu, rezultatele pentru 2019 arată că a avut loc cel mai mare impact asupra mediului și cele mai scăzute valori ai indicatorilor sociali și economici.

Principala limitare a studiului este legată de calitatea surselor de date primare. După cum a fost menționat, au fost analizate date din 3 surse diferite, pentru aceeași țară și

perioadă, iar rezultatele obținute se încadrează într-un interval destul de larg. În cazul României există 2 sisteme oficiale paralele de raportare a deșeurilor (2 dintre sursele de date investigate), însă unul este mai precis datorită unui grad mai ridicat de control. A treia sursă provine din documentele de planificare strategică și de elaborare a politicilor, în care factorii demografici au fost corelați cu ratele de generare a deșeurilor de ambalaje și cu evoluțiile tehnologice privind tratarea deșeurilor. Cu toate acestea, chiar dacă din punct de vedere demografic populația a scăzut, rata de generare a deșeurilor de ambalaje a crescut, în timp ce operaționalizarea tehnologiilor de tratare a deșeurilor are loc într-un ritm lent.

A doua limitare se datorează metodologiei USEPA WARM. Recomandarea dezvoltatorilor este ca rezultatele să fie suficient de precise pentru a fi utilizate în procesul de luare a deciziilor și în programele voluntare, totuși rezultatele și interpretarea lor ar trebui utilizate cu prudență în contextul unui cadru de reglementare.

În al treilea rând, există și limitarea conceptuală privind definiția sustenabilității. Identificarea echilibrului între factorii sociali, economici și de mediu în valori numerice pe baza unui set de criterii considerate acceptabile se dovedește a fi o sarcină complexă.

Cercetările viitoare vor explora în ce condiții impactul asupra mediului al sistemului de management al deșeurilor de ambalaje l-ar putea compensa pe cel asociat producției de materiale și modul în care măsurile de reducere la sursă ar putea influența impactul asupra mediului, menținând în același timp valori ridicate pentru indicatorii sociali și economici.

CAPITOLUL 4. EVALUAREA SUSTENABILITĂȚII MANAGEMENTULUI DEȘEURILOR DE AMBALAJE PENTRU BĂUTURI DE UNICĂ FOLOSINȚĂ

Obiectivul principal al acestui capitol este de a investiga profilul de sustenabilitate al deșeurilor de ambalaje de unică folosință pentru băuturi (AUFB), pe baza aspectelor de mediu, sociale și economice. Selectarea tipului de ambalaj este justificată de preocupările actuale la nivelul Uniunii Europene legate de contextul general al ambalajelor și de impactul mai specific al materialelor de unică folosință aflate în contact direct cu sectoarele industriei alimentare și de producere a băuturilor (fiind ambalaj primar) utilizate pentru conservarea și menținerea în siguranță a produselor menționate.

4.2 Strategia cercetării și prelucrarea inițială a datelor cu privire la cantitățile de deșeurilor de ambalaje de unică folosință pentru băuturi (AUFB) generate

Pentru a atinge scopul acestui studiu și a îndeplini obiectivele asociate, a fost propusă următoarea strategie de cercetare (așa cum este prezentată în Figura 4.1).

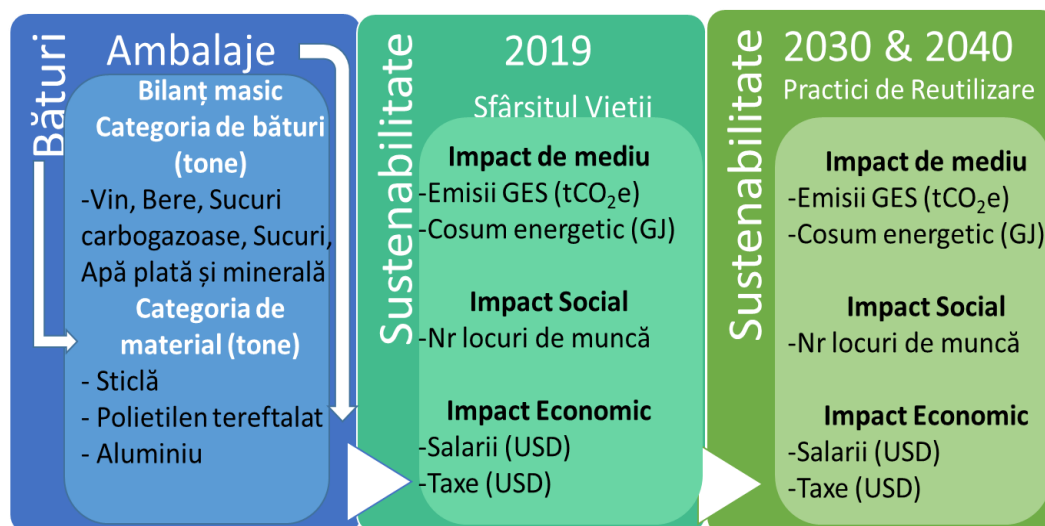


Fig. 4.1. Etapele metodologice utilizate pentru obținerea evaluării durabilității gestionării deșeurilor AUFB situația actuală și scenariile viitoare (**Seto și colab., 2025**)

Pentru elaborarea scenariului de referință pentru situația deșeurilor de tip AUFB din România, procentele de reciclare raportate la Administrația Fondului pentru Mediu pentru deșeurile de ambalaje de un anumit tip de material au fost considerate valabile și pentru deșeurile de tip AUFB din același tip de material. Astfel, în 2019, pentru ambalajele din sticlă, 63% din fluxul de deșeuri a fost reciclat, respectiv 55% din ambalajul PET a fost reciclat și 23% din aluminiu. Datorită cerinței instrumentului US EPA WARM, pentru închiderea bilanțului de masă și din moment ce alte opțiuni de tratare nu au fost raportate oficial, procentele rămase pentru fiecare flux de deșeuri au fost atribuite eliminării în depozite controlate de deșeuri.

De asemenea, a fost calculat impactul obiectivelor de reutilizare propuse de Zero Waste Alliance, (Copello și Simon, 2023), asupra profilurilor de sustenabilitate ale deșeurilor AUFB pe tip de material și tip de produs de tip băutură care a fost conținută în respectivul ambalaj. În situația în care tranziția către ambalaje reutilizabile va fi implementată cu succes, țintele de reutilizare propuse de studiu și folosite și în analiza care va fi prezentată în acest capitol, sunt următoarele:

- pentru ambalajele pentru băuturi 20% până în 2030 și 75% până în 2040 pentru bere, sucuri, sucuri carbogazoase, apă carbogazoasă și apă plată;
- pentru ambalajele pentru vin procentul corespunzător este de 10% până în 2030 și 30% până în 2040.

În elaborarea scenariilor de reutilizare s-au folosit 2 ipoteze de lucru valabile pentru cele 2 scenarii denumite *Reutilizare 2030* și *Reutilizare 2040* și anume:

- cantitatea totală de deșeuri generate are aceeași masă și compoziție pe tip de material și tip de băuturi ca în scenariul de referință;

- procentele de reducere pentru băuturi se aplică pentru fiecare categorie de băuturi și nu ca obiectiv global de reducere pentru băuturile de tip bere, sucuri, sucuri carbogazoase, apă carbogazoasă și apă plată.

- În plus, fiecare scenariu are unele particularități:

Scenariul denumit *Reutilizare 2030* a menținut constantă rata de reciclare a deșeurilor ca și în scenariul de referință, în timp ce cantitățile de deșeuri aflate în depozite au fost reduse cu o cantitate corespunzătoare reutilizării materialelor.

Scenariul denumit *Reutilizare 2040* a acordat prioritate reducerii deșeurilor, în timp ce deșeurile rămase au fost împărțite în reciclare și depozitare. Ratele de reciclare luate în considerare sunt de 65% pentru PET, 50% aluminiu și 70% pentru sticlă, obiective care ar fi trebuit să fie atinse până atunci în România și au fost deja menționate ca obiective naționale asumate pentru 2025.

Urmând aceste ipoteze, se poate observa importanța reutilizării materialelor în raport cu Scenariul de referință.

4.3. Impactul asupra mediului al deșeurilor de ambalaje unică folosință pentru băuturi versus ambalaje reutilizabile

4.3.1 Emisiile de gaze cu efect de seră asociate cu etapa de Sfârșit al Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje pentru băuturi

Emisiile de gaze cu efect de seră (GES) sunt calculate pe tip de băutură, pe tip de deșeu de ambalaj și pe fiecare opțiune de tratare a deșeului respectiv (reciclare și depozitare). Rezultatele obținute din modelarea cu ajutorul US EPA WARM versiunea 15, pot fi corelate și prezentate doar în conexiune cu etapa de Sfârșit al Ciclului de Viață și/sau în contextul mai larg al etapelor Producție (a ambalajului) plus Sfârșitul Ciclului de Viață (când ambalajul a devenit deșeu).

În fiecare dintre categoriile de băuturi, impactul asupra mediului asociat operațiunilor de tratare a deșeurilor, calculat ca emisii de gaze cu efect de seră, înregistrează valori negative, datorită prevalenței opțiunii de reciclare utilizată în proporție mai mare decât celelalte opțiuni pentru tratarea deșeurilor AUFB (așa cum este prezentat în Figura 4.2). Valorile negative sunt corelate cu beneficiile de mediu sau cu o reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră. Dintre cele 5 categorii de ambalaje pentru băuturi, cele mai mari beneficii pentru mediu pot fi întâlnite în cazul ambalajelor pentru vin, care sunt realizate exclusiv din sticlă. Dacă reutilizarea este folosită ca sursă de reducere a deșeurilor, pot fi obținute beneficii suplimentare pentru mediu.

Cele mai mari beneficii de mediu în cazul anului 2019 sunt: $-3,48 \times 10^4$ tone CO₂e pentru managementul deșeurilor sticlelor de vin, în timp ce la un obiectiv impus de reutilizare de 10%, pentru anul 2030, se poate ajunge la beneficii de mediu de $-4,64 \times 10^4$ tone CO₂e. Într-un orizont de timp și mai îndepărtat, dacă se atinge un obiectiv de reutilizare de 30% pentru sticlele de vin în 2040, beneficiile de mediu pot ajunge la $-6,94 \times 10^4$ tone CO₂e.

Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră față de 2019 este mai evidentă pentru toate celelalte categorii de băuturi. Cea mai semnificativă reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră, datorată țintelor de reutilizare a ambalajelor, se întâlnește în cazul apei plată, urmată de apei carbogazoase.

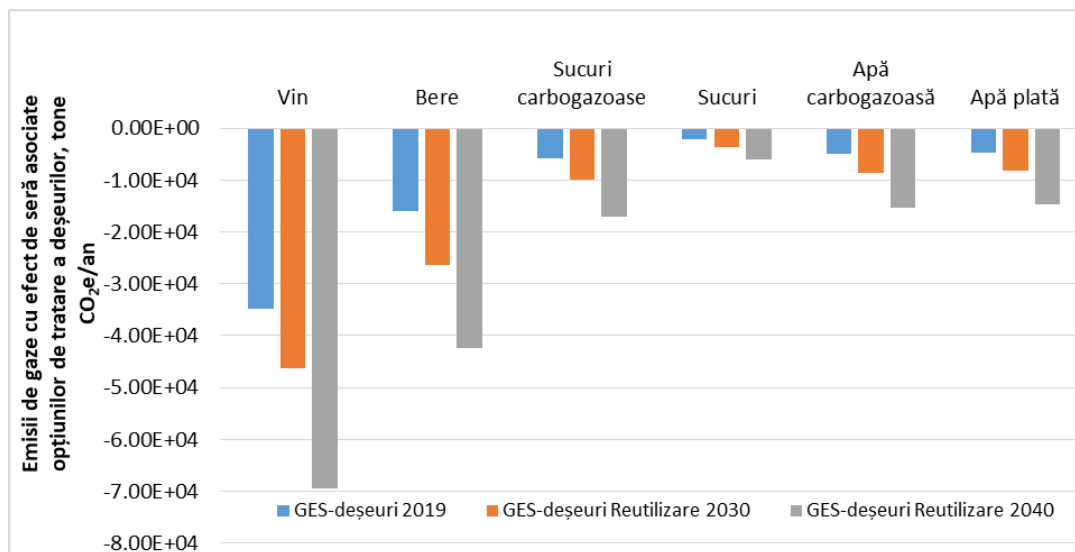


Fig. 4.2. Impactul asupra mediului estimat prin emisiile de GES (tone CO₂e/an) provenite din opțiunile de gestionare a deșeurilor, pe tip de băuturi în 2019, 2030 și 2040

Nota: GES-deșeuri - Emisiile de gaze cu efect de seră asociate cu operațiunile de tratare a deșeurilor

Atunci când emisiile de producție sunt adăugate la opțiunea de tratare EoL, toate categoriile de băuturi au un impact negativ, tradus în emisii de gaze cu efect de seră. Cel mai mare impact asupra mediului este asociat producției și tratării la sfârșitul vieții a sticlelor de vin din sticlă (Figura 4.3).

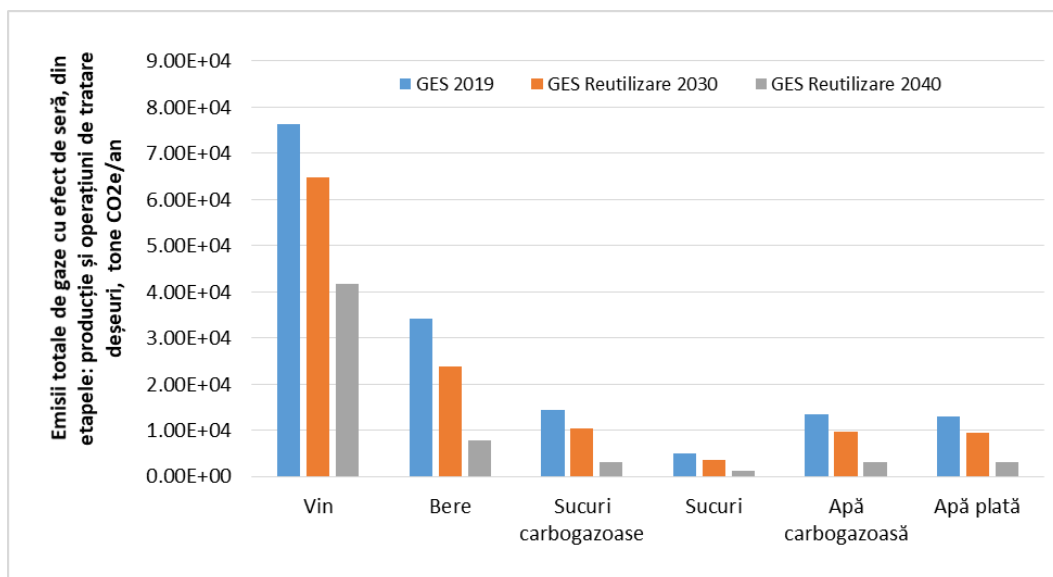


Fig. 4.3. Impactul asupra mediului estimat prin emisiile de gaze cu efect de seră (tone CO₂e/an) provenite din producția de materiale și opțiunile de tratare a deșeurilor, pe tip de băuturi, în 2019, 2030 și 2040

Pentru anul de referință 2019, emisiile de gaze cu efect de seră provenite din producție cumulate cu operațiunile de gestionare a deșeurilor de ambalaje pentru vinuri înregistrează o valoare maximă de $7,6 \times 10^4$ tone CO₂e, ceea ce reprezintă 48,7% din totalul emisiilor de GES din producția AUFB și operațiunile de deșeuri. Următorul contributor la emisiile totale de gaze cu efect de seră sunt deșeurile e amabalaje pentru berie cu 21,85%, urmat de ambalajele pentru sucuri carbogazoase cu 9,3%, ambalajele pentru apa carbogazoasă și apa plată având contribuții aproape egale de 8,6% și 8,3% și în cele din urmă, ambalajele pentru sucuri cu 3,25%.

Odată cu îndeplinirea obiectivelor de reutilizare, se așteaptă ca până în 2030, emisiile totale de gaze cu efect de seră să scadă de la $1,56 \times 10^5$ tone de CO₂e în 2019 la $1,22 \times 10^5$ tone de CO₂e și la 6×10^4 tone de CO₂e până în 2040.

Contribuția ambalajelor de sticlă în ceea ce privește masa joacă un rol cheie influențează semnificativ amprenta totală de carbon compusă din amprenta de carbon aferentă producției ambalajului de sticlă cumulată cu amprenta de carbon a opțiunilor de tratare a ambalajelor de sticlă devenite deșeuri (Figura 4.4).

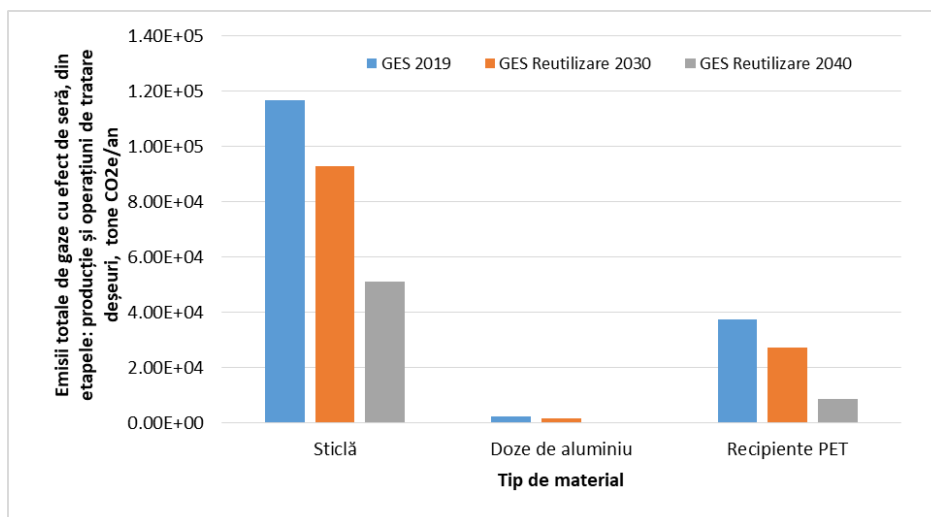


Fig. 4.4. Impactul asupra mediului estimat prin emisiile de GES (tone CO₂e/an) provenite din producția de materiale și opțiunile de gestionare a deșeurilor, pe tip de material folosit în ambalaje în 2019, 2030 și 2040

Dacă scenariul de referință înregistrează cantități maxime de amprentă de carbon sau emisii cumulate (totale) de GES provenite de la producția de ambalaje din sticlă plus tratarea acestora odată devenite deșeu de $11,7 \times 10^5$ tone de CO₂e, atunci când sunt implementate obiective de reutilizare ale ambalajelor, acest impact ar putea fi redus la $9,29 \times 10^5$ tone de CO₂e până în 2030 și la $5,12 \times 10^5$ tone de CO₂e până în 2040.

Aceste rezultate sugerează că rata de reutilizare de 10% propusă pentru 2030, respectiv o rată de reutilizare de 30% până în 2040 pentru ambalajele din sticlă pentru vin nu sunt suficiente pentru a atinge neutralitatea emisiilor de dioxid de carbon și ar trebui concepute obiective mai ambițioase.

În cazul recipientelor de PET, situația din 2019 indică emisii de gaze cu efect de seră de până la $3,73 \times 10^4$ tone de CO₂e. În cazul implementării practicilor de reutilizare, reducerea gazelor cu efect de seră este de 28%, până în 2030, și de 76,6%, până în 2040, cu toate acestea, insuficientă pentru a atinge neutralitatea emisiilor de dioxid de carbon. În cadrul scenariilor investigate, neutralitatea emisiilor de dioxid de carbon (valoarea emisiilor de dioxid de carbon de la producția de aluminiu pentru doze este egală cu suma emisiilor de dioxid de carbon ale reutilizării, reciclării și eliminării) poate fi atinsă în cazul dozelor de aluminiu până în 2040.

4.3.2 Consumul de energie asociat etapa de Sfârșit al Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje pentru băuturi

Impactul asupra mediului estimat prin consumul de energie (GJ/an) și asociat opțiunilor de tratare de Sfârșit al Ciclului de Viață a fluxului de deșuri AUFB urmează același model ca indicatorul de emisii de GES, în sensul că opțiunile de tratare a deșeurilor

din 2019 afișează reduceri semnificative al consumului de energie, indiferent de tipul de băutură (Figura 5). În scenariul de referință, cea mai mare reducere a consumului de energie se realizează prin managementul deșeurilor de ambalaje al sticlelor de vin (care sunt fabricate exclusiv din sticlă), cu o valoare de $-2,73 \times 10^5$ GJ urmate consumul de energie asociat managementului deșeurilor de ambalaje provenite de la bere, sucuri carbogazoase, apă carbogazoasă și plată și în final de sucuri.

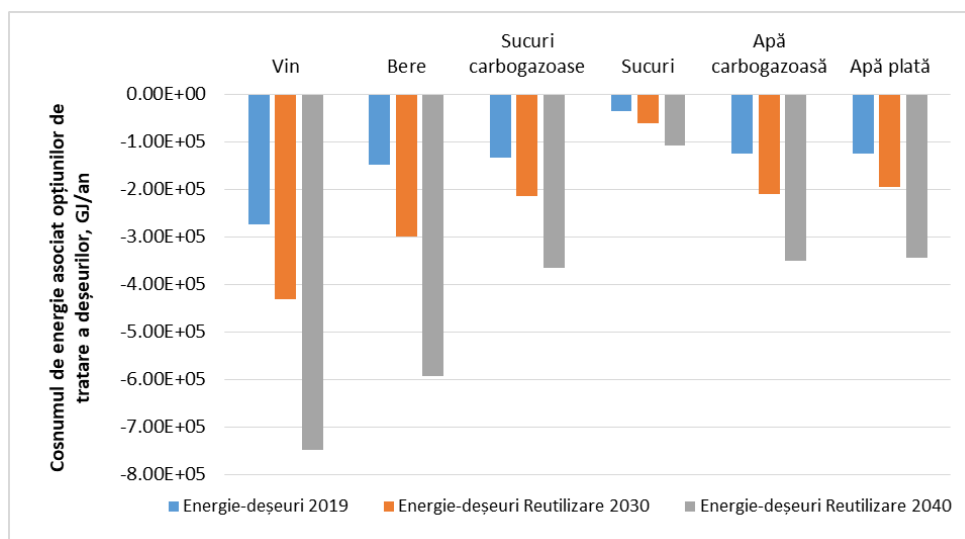


Fig 4.5. Impactul asupra mediului estimat prin consumul de energie (GJ/an) provenit din opțiunile de gestionare a deșeurilor, pe tip de băuturi, în 2019, 2030 și 2040

Nota: Energie-deșeurii: Consumul de energie asociat cu operațiunile de gestionare a deșeurilor

Când sunt implementate opțiunile de reutilizare pentru deșeurile de tip AUFB, se înregistrează economii suplimentare de energie, traduse în beneficii pentru mediu (Figura 4.5). Deșeurile AUFB de la ambalajele pentru vin se reduc la $-4,32 \times 10^5$ GJ până în 2030 și $-7,49 \times 10^5$ GJ până în 2040, în cadrul scenariilor de reutilizare corespunzătoare. În general, economiile de energie din 2030, sunt între 1,58- 2 ori mai mari față de valoarea corespunzătoare situației din scenariul de referință- 2019, cele mai importante economii incrementale regăsindu-se în cazul deșeurilor de tip AUFB provenite de la ambalajele de bere. Când se face comparația între 2040 și 2019, economia de consum de energie este între 2,73-4 ori mai mare.

Dacă se iau în considerare valorile consumului de energie în etapa de producție a materialelor AUFB, pentru indicatorul consumului total de energie (însumând impactul energetic al producției și al opțiunilor de tratare a deșeurilor de tip AUFB) se poate observa că cel mai mare consum de energie este înregistrat în scenariul de referință (2019) și în cazul opțiunilor de producție de sticle de vin și tratare a deșeurilor de ambalaje pentru vin, care contribuie cu 45% din energia totală consumată (Figura 66). Alte băuturi care contribuie

la consumul de energie sunt în ordine descrescătoare, berea (21%), sucurile carbogazoase și apa carbogazoasă și plată cu contribuții aproximative egale (10%) și în final ambalajele sucurilor (3%).

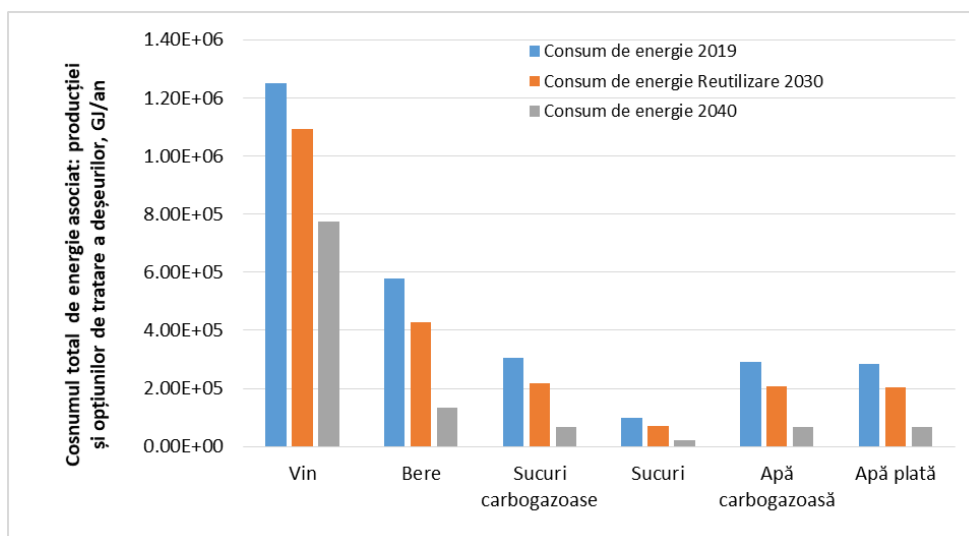


Fig. 4.6. Impactul asupra mediului estimat prin consumul de energie (GJ/an) provenit din producția de materiale și opțiunile de gestionare a deșeurilor, pe tip de băuturi în 2019, 2030 și 2040

Dacă în 2019, energia totală consumată în producția și tratarea deșeurilor de tip AUFB este de $2,81 \times 10^6$ GJ/an, atunci când sunt implementate opțiunile de reutilizare, consumul de energie poate fi redus, în 2030, la $2,22 \times 10^6$ GJ/an și $1,13 \times 10^6$ GJ/an, în 2040. Reducerea globală a consumului de energie în 2030 este de așteptat să reprezintă 20% din energia consumată în 2019 și respectiv 60% din energia consumată în 2040, cu toate acestea, nu este suficient pentru a obține energie netă zero (consumul energetic asociat producției de ambalaje să fie egal cu reducerea obținută din alternativele de tratare a deșeurilor de tip AUFB, incluzând aici reutilizarea, pe lângă reciclare și eliminare). În general se poate remarca faptul că rata de scădere este mai mică în cazul ambalajului pentru vin, în timp ce pentru alte băuturi este mai mare datorită țintelor planificate de reutilizare pe tip de băutură.

În ceea ce privește tipul de ambalaj, consumul de energie asociat producției de materiale pentru ambalaje cumulat cu cel provenit din opțiunile de tratare a deșeurilor de tip AUFB este cel mai mare în cazul sticlelor de sticlă, urmate de recipientele PET și dozele de aluminiu (așa cum este prezentat în Figura 4.7).

Cu toate acestea, atunci când țintele de reutilizare sunt atinse, în cazul dozelor de aluminiu este posibil să se ajungă la o reducere de 70% a energiei consumată până în 2030 și 90% până în 2040, atunci când valorile sunt comparate cu anul de referință 2019. Cele mai mici rate de reducere față de 2019, sunt în cazul sticlelor care se preconizează să

reducă consumul de energie cu 20% până în anul 2030, respectiv cu 75% până în anul 2040. Aceste rezultate sugerează că rata de reutilizare de 10% până în 2030 și rata de reutilizare de 30% până în 2040 pentru ambalajele de sticlă pentru vin nu sunt suficiente pentru a atinge un consum net de energie zero și ar trebui concepute obiective mai ambițioase. Pentru sticlele PET și dozele de aluminiu, consumul net de energie zero ar putea fi mai ușor de atins cu condiția ca și măsurile de prevenire a deșeurilor să fie implementate.

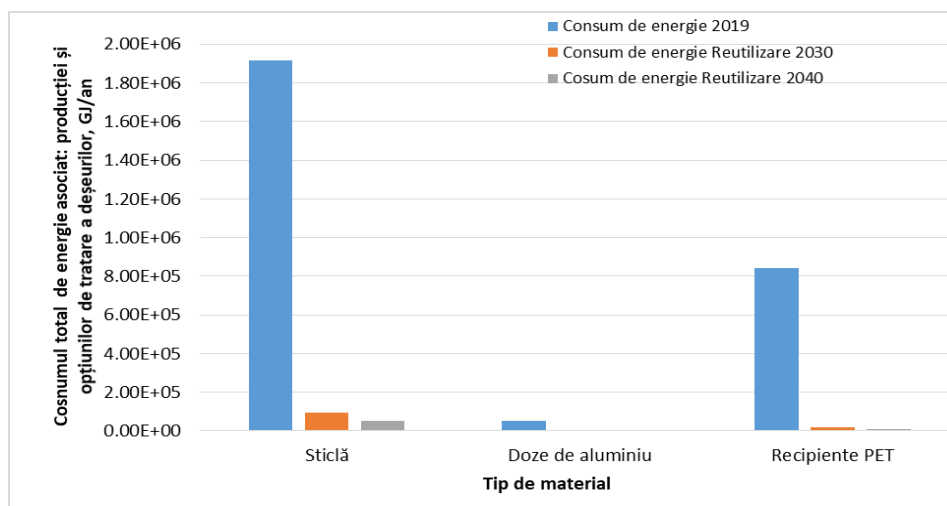


Fig. 4.7. Impactul asupra mediului estimat în funcție de consumul de energie (GJ/an) provenit din producția de materiale și opțiunile de gestionare a deșeurilor, pe tip de material de ambalaj în 2019, 2030 și 2040

4.4 Impactul social al opțiunilor de Sfârșit al Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje pentru băuturi pentru băuturi

Impactul social al opțiunilor de tratare aplicate deșeurilor de tip AUFB este calculat doar pentru stadiul de Sfârșit de viață a fiecărui tip de material și reprezintă efortul cuantificat în timp implicat în opțiunile de management a deșeurilor.

Din cauza faptului că cele mai mari cantități de deșeuri AUFB tratate se află în scenariul de referință, cea mai semnificativ efort sau cel mai mare număr de ore de lucru se întâlnește în cazul anului 2019 și în cazul ambalajelor pentru vin. Numărul total de ore de lucru înregistrate în managementul deșeurilor de tip AUFB, în 2019, este de 5.476.004 ore, distribuite după cum urmează: 71% pentru procesarea deșeurilor de ambalaje pentru băuturi alcoolice și 29% pentru procesarea deșeurilor de ambalaje pentru băuturi răcoritoare și apă.

Când obiectivele de reutilizare a materialelor sunt atinse, acele cantități de materiale sunt reduse din cantitatea totală de AUFB care este generată, astfel încât cantitatea rămasă de deșeuri necesită efort mai puțin pentru a fi tratată sau eliminată. Cu cât obiectivele de reutilizare sunt mai mari, cu atât cantitățile de deșeuri care urmează să fie procesate prin

reciclare, tratament termic sau depozitare sunt mai mici. Astfel, în ceea ce privește impactul social, acest lucru se traduce prin mai puține ore de lucru necesare procesării deșeurilor de tip AUFB. În 2030, numărul total de ore de lucru necesare este de 4.902.075 de ore, în timp ce în 2040, acest număr se reduce la 3.259.539 de ore (Figura 4.8).

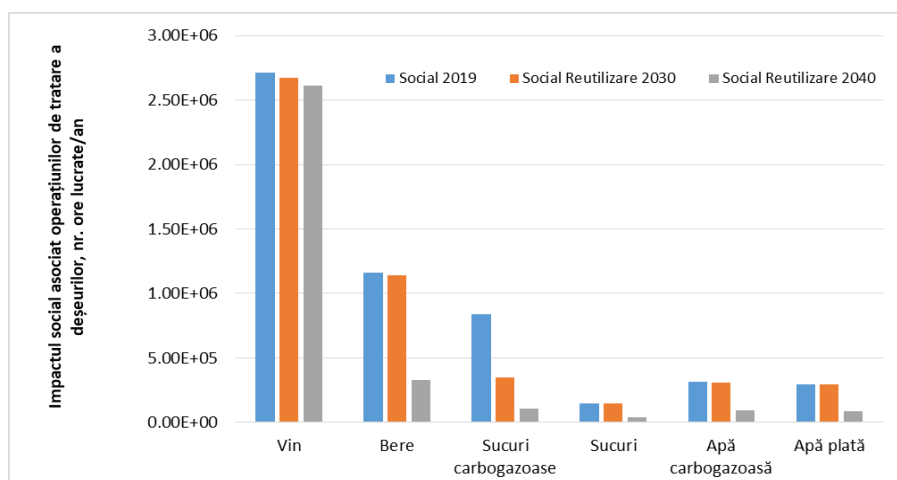


Fig. 4.8. Impactul social asociat cu opțiunile de tratament la Sfârșitul Ciclui de Viață, (număr de ore de lucru/an), pe tip de băuturi

Când se ia în considerare tipul de ambalaj AUFB, se poate observa că în fiecare dintre cele 3 scenarii analizate, impactul social exprimat ca număr de ore de lucru este mai mare în cazul ambalajelor din sticlă, urmate de recipientele PET și în sfârșit de dozele de aluminiu (Figura 4.9).

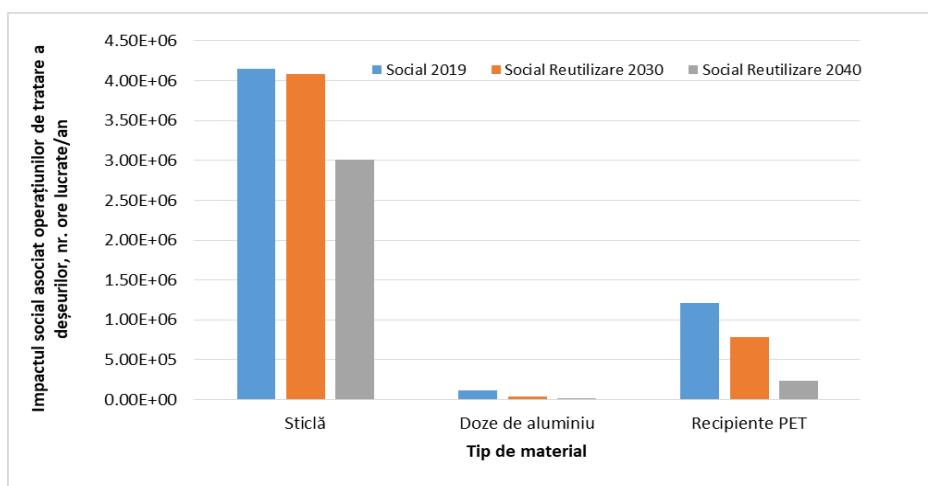


Fig.4.9. Impactul social asociat cu opțiunile de tratament la Sfârșitul Ciclui de Viață, (număr de ore de lucru/an), pe tip de ambalaj

Pentru a înțelege mai bine impactul social al opțiunilor de tratament la Sfârșitul Ciclui de Viață a deșeurilor de tip AUFB, efortul măsurat inițial în numărul de ore de lucru a fost convertit în număr de locuri de muncă cu normă întreagă (estimat ca o medie de 8 ore/zi lucrătoare, 2008 ore acumulate pe parcursul unui an).

După cum se indică în Tabelul 4.3, în 2019, au fost necesare un total de 2727 de locuri de muncă cu normă întreagă pentru a procesa categoriile de deșeuri AUFB care sunt supuse unor operațiuni de gestionare a deșeurilor. Măsurile de reutilizare prevăzute pentru 2030 ar duce la o contracție a cerințelor de pe piața muncii a deșeurilor AUFB cu aproximativ 11% față de 2019, în timp ce cele propuse pentru 2040 ar conduce la o contracție de 41% față de 2019.

Tabelul 4.3. Impactul social exprimat ca număr de locuri de muncă cu normă întreagă ale opțiunilor de tratare deșeurilor de tip AUFB, pe tip de băuturi

Tip de băutură	Social 2019, Nr. Locuri de munca, normă întreagă	Social Reutilizare 2030, Nr. Locuri de munca, normă întreagă	Social Reutilizare 2040, Nr. Locuri de munca, normă întreagă
Vin	1353	1329	1301
Bere	579	567	162
Sucuri carbogazoase	419	173	52
Sucuri	73	72	21
Apă carbogazoasă	156	154	45
Apă plată	147	146	43
Total	2727	2441	1623

Eforturile predominante sunt asociate tratării deșeurilor de ambalaje pentru vin, 50% din locurile de muncă cu normă întreagă fiind atribuite acestora în 2019. Până în 2030, procentul eforturilor asociate tratării ambalajelor pentru vin pentru va ajunge la 54% și la 80% până în 2040.

Dintre deșeurile de tip AUFB, ambalajele din sticlă necesită majoritatea efortului, indiferent de tipul de băutură. Comparativ cu valorile din 2019, cele mai afectate locuri de muncă (număr de locuri de muncă redus) sunt în cazul managementului deșeurilor dozelor de aluminiu și recipientelor PET, o reducere în concordanță cu obiectivele de reutilizare pentru aceste materiale (Tabelul 4.4).

Tabelul 4.4. Impactul social exprimat ca număr de locuri de muncă cu normă întreagă ale opțiunilor de tratare deșeurilor de tip AUFB, pe tip de ambalaj

Tip de ambalaj	Social 2019, Nr. Locuri de munca, normă întreagă	Social Reutilizare 2030, Nr. Locuri de munca, normă întreagă	Social Reutilizare 2040, Nr. Locuri de munca, normă întreagă
Sticle de sticlă	2066	2032	1498
Doze de aluminiu	60	17	9
Recipiente PET	601	392	116
Total	2727	2441	1623

Pentru ambalajele pentru vin, realizate integral din sticlă, un obiectiv de reutilizare de 10% până în 2030 indică o scădere marginală a locurilor de muncă față de situația din 2019, în timp ce un obiectiv de reutilizare de 30% până în 2040 va conduce la o reducere de 28% în ceea ce privește locurile de muncă cu normă întreagă.

Aceste rezultate sugerează că măsurile de reutilizare care vizează un impact mai scăzut asupra mediului (în căutarea neutralității dioxidului de carbon și/sau a sistemelor de tip energie netă zero) și reutilizarea materialelor vin cu un compromis în ceea ce privește beneficiile sociale. Aceste măsuri ar trebui să fie însoțite de măsuri sociale complementare pentru a asigura subzistența lucrătorilor din managementul deșeurilor și/sau de măsuri de protecție socială.

4.5 Impactul economic al opțiunilor de Sfârșit al Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje pentru băuturi

Analiza economică calculează impactul pe baza a 2 indicatori: salarii sau venituri salariale (legate de venitul din muncă) și impozitele (taxele) colectate, ambele asociate cu operațiunile Sfârșit al Ciclului de Viață și exprimate în dolari SUA pe an.

În 2019, salariile au ajuns la un venit total de 122.383.600 dolari USD. Din această sumă un procent de 56% este reprezentat de veniturile din muncă asigurate în cadrul operațiunilor de tratare a deșeurilor de tip AUFB, care provin de la ambalarea vinurilor.

Țintele de reutilizare stabilite până în 2030 vor conduce la venituri totale din salarii de 120.355.805 dolari USD, în timp ce țintele impuse până în 2040 vor conduce la venituri totale din salarii de 78.550.133 de dolari USD. Impactul țintelor de reutilizare pentru 2040 se traduce printr-o reducere cu 36% a fluxului monetar care intră în salarii față de valoarea din 2019. Dintre categoriile de ambalaje pentru băuturi investigate, ambalajele pentru vin au cel mai mare impact economic calculat ca salarii sau venituri salariale, care în 2019 a reprezentat 56% din salariile plătite pentru efortul de muncă asociat operațiunilor de deșeuri (prezentat în Figura 4.10).

Măsurile de reutilizare stabilite pentru 2030 nu aduc o schimbare semnificativă a salariilor asociate cu operațiunile de tratare a deșeurilor de tip AUFB. În contextul țintelor de reutilizare pentru 2040, impactul economic calculat ca salarii asociate gestionării deșeurilor de ambalaje pentru vin, au o pondere de 82% semnificativ mai mare decât cele de 56%, estimate în anul 2019.

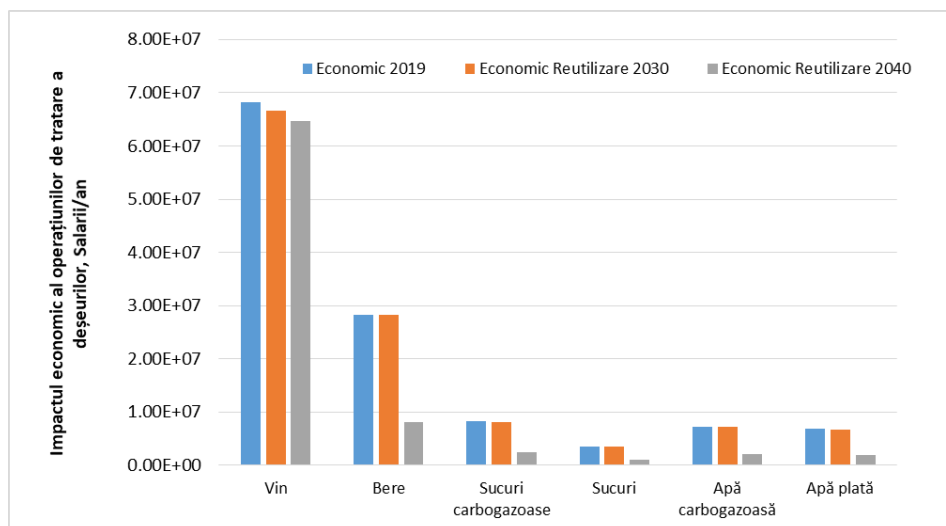


Fig. 4.10. Impactul economic asociat opțiunilor de tratament la Sfârșitul Ciclului de Viață, (Salarii/an), pe tip de băuturi

În toate scenariile investigate, sticlele au cel mai mare impact economic asociat cu salariile plătite pentru lucrătorii implicați în operațiuni de deșeuri. O țintă de reutilizare de 10% impusă pentru ambalajele folosite pentru vinuri (exclusiv sticlă) și 20% pentru celelalte băuturi până în 2030, se traduce într-o reducere de 2% din punct de vedere al salariilor față de 2019. Ținta de reutilizare de 30% pentru ambalajele din sticlă de vin și 75% pentru celelalte băuturi până în 2040 înregistrează o reducere a valorii salariilor de 28%, față de 2019.

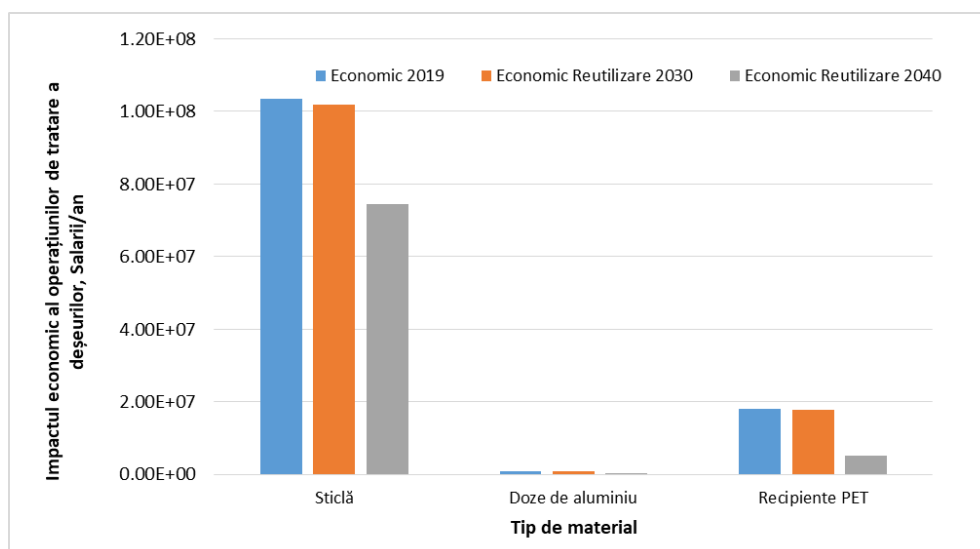


Fig. 4.11. Impactul economic asociat opțiunilor de tratament la Sfârșitul Ciclului de Viață, (Salarii/an), pe tip de ambalaj

În anul 2019, impactul economic calculat ca taxe asociate operațiunilor de gestionare a deșeurilor de tip AUFB a atins o sumă totală de 19.807.004 USD. În contextul țăintelor de reutilizare pentru cantitățile de deșeuri de ambalaj pentru băuturi, până în 2030, suma totală

de transpusă în taxe, a fost calculată la 19.149.153 dolari USD și respectiv, până în 2040 la 12.042.412 dolari USD. Taxele colectate în 2040 reprezintă 61% din suma încasată în 2019, ceea ce poate fi considerat un impact economic negativ de către autoritățile care colectează aceste taxe.

În ceea ce privește cuantumul taxelor asociate operațiunilor de gestionare a deșeurilor, pe tip de material, deșeurile de ambalaje pentru vinuri atinge impactul economic cel mai mare, urmat de cele provenite de la următoarele băuturi, în ordine descendentă: bere, sucuri carbogazoase, apă carbogazoasă, apă plată și sucuri (Figura 4.12).

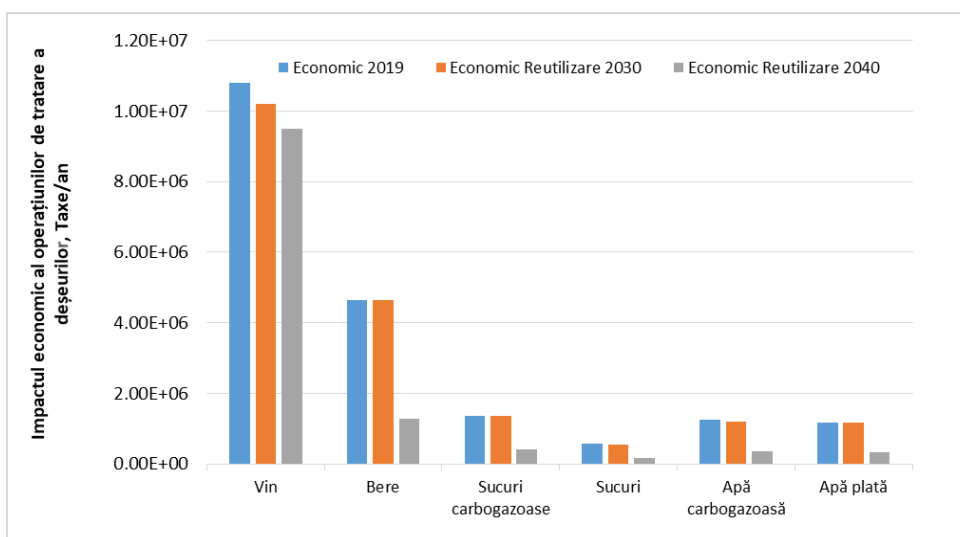


Fig. 4.12. Impactul economic asociat opțiunilor de tratament la Sfârșitul Ciclului de Viață, (Taxe/an), pe tip de băuturi

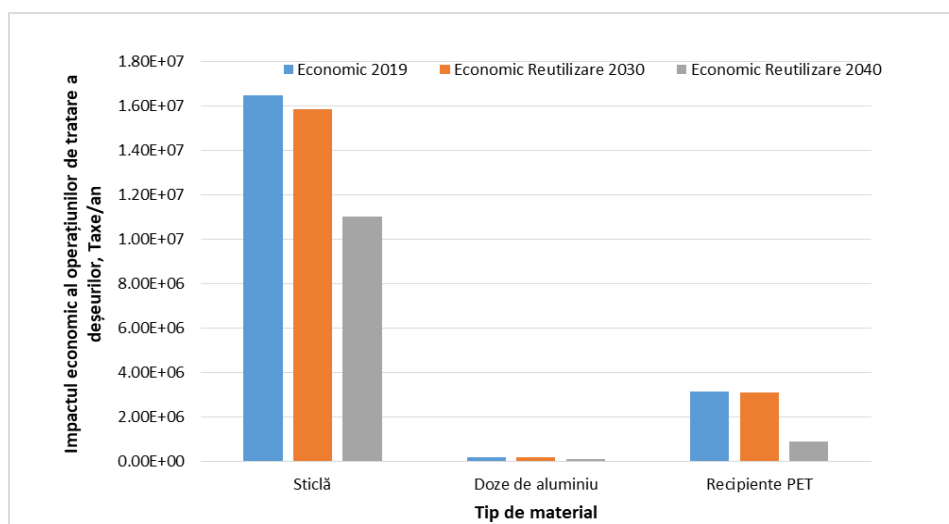


Fig. 4.13. Impactul economic asociat opțiunilor de tratament la Sfârșitul Ciclului de Viață, (Taxe/an), pe tip de băuturi pe tip de ambalaj

Ca și în cazul impactului economic calculat sub formă de salarii, impactul economic estimat calculat ca impozite arată că, indiferent de scenariu, cel mai mare impact economic este în cazul operațiunilor de gestionare a deșeurilor de ambalaje din sticle. Când rezultatele scenariului 2019 sunt comparate cu 2030, la un obiectiv de reutilizare de 10% impus pentru

ambalajele de vinuri (exclusiv din sticlă) și 20% pentru celelalte băuturi indică o reducere a taxelor de 3%. Țintele de reutilizare mai ambițioase, cum sunt cele stabilite în 2040, indică o reducere cu 39% a taxelor colectate în 2040, comparativ cu 2019 (Figura 4.13).

Măsurile de reutilizare a materialelor și un impact mai scăzut asupra mediului sunt de așteptat să aibă un efect negativ asupra impactului economic al operațiunilor de tratare a deșeurilor de tip AUFB. Ar trebui luate în considerare măsuri economice suplimentare pentru a depăși efectele negative asupra sustenabilității sistemului.

4.6 Profilurile de sustenabilitate ale opțiunilor de Sfârșit al Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje pentru băuturi

Au fost reprezentate profilele de sustenabilitate ale celor 3 scenarii investigate ale opțiunilor de tratare a deșeurilor de tip AUFB, având în vedere scenariul de referință cu datele analizate pentru anul de referință 2019, împreună cu alte 2 scenarii în care reutilizarea joacă un rol mai semnificativ în ierarhia opțiunilor cu privire la managementul deșeurilor de tip AUFB (Figura 4.14).

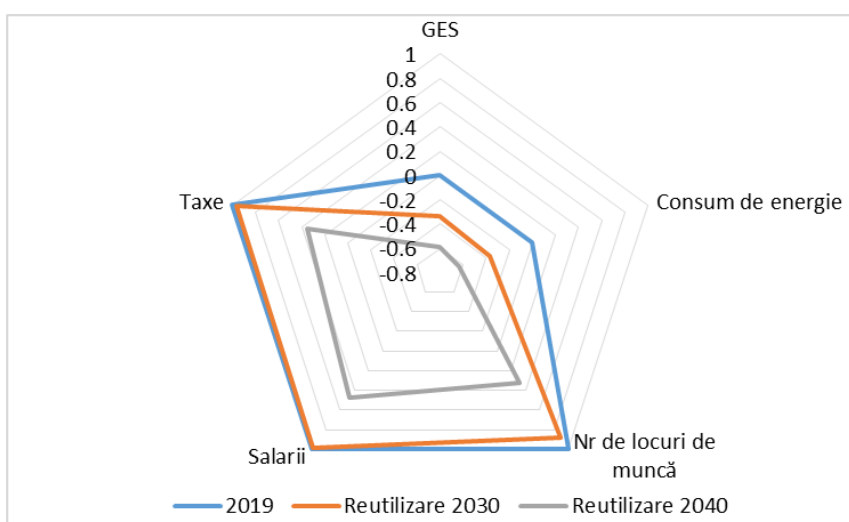


Fig. 4.14. Profiluri normalizate de sustenabilitate pentru scenariile investigate referitoare la stadiul opțiunile de tratare deșeurilor de tip AUFB

Toate cele 5 categorii de indicatori au fost normalizați și incluși în profilele de sustenabilitate pentru o mai bună interpretare a rezultatelor obținute.

Având în vedere variația indicatorilor de impact calculați, în care indicatorii de mediu: emisiile de gaze cu efect de seră și consumul de energie înregistrează valori negative mai mici decât scenariul de referință 2019, valorile normalizate prezentate în Figura 4.14 au ca valoare de referință 0.

Indicatorii de impact social și de mediu afișează valori pozitive, din nou mai mici în cazul Reutilizare 2030 și Reutilizare 2040. Astfel, rezultatul în cazul locurilor de muncă cu normă întreagă, impozitele și salariile obținute în Scenariul de referință sunt considerate a

fi 1, iar rezultatele pentru Reutilizare 2030 și Reutilizare 2040 sunt exprimate în scădere față de Scenariul de referință 2019.

Din comparația celor 3 scenarii, se poate observa că orice impact asupra mediului diminuat vine, cu o reducere a beneficiilor economice și sociale legate de opțiunile de tratare a deșeurilor de ambalaje pentru băuturi.

Concluzii parțiale

Materialele pentru băuturi de unică folosință (AUFB) care sunt, de asemenea, ambalaje primare reprezintă o preocupare majoră din cauza duratei lor scurte de viață în faza de consum, în raport cu eforturile de producție și cu impactul asupra mediului la etapa de Sfârșit al Ciclului de Viață. Dintre materialele folosite ca ambalaje de unică folosință, cele produse pentru comercializarea băuturilor reprezintă o parte semnificativă.

Scopul principal al acestui studiu a fost de a investiga sustenabilitatea sistemului de gestionare a deșeurilor de ambalaje pentru băuturi de unică folosință. Metodologia utilizată poate fi adaptată la orice alt context național sau cronologie, atâta timp cât sunt cunoscute câteva variabile importante: fie date indirecte, cum ar fi cantitățile puse pe piață de AUFB și cantitățile de deșeuri de ambalaj, ca în situația de față, fie date directe ale cantităților de deșeuri de AUFB monitorizate și raportate direct, într-un interval de timp și într-o regiune. De asemenea, ar trebui cunoscute modalitățile curente de tratare a deșeurilor și procentele de deșeuri care ajung să fie tratate într-un anumit mod, precum și orice strategii viitoare avute în vedere pentru a schimba tendințele actuale de prevenire și reutilizare a deșeurilor.

Principalele constatări ale evaluării sustenabilității sunt următoarele:

- Analiza fluxului de materiale indică faptul că, pentru anul 2019, în România au fost generate 312.436 de tone de deșeuri de ambalaje AUFB, din care 189.864 de tone corespund recipientelor din sticlă utilizate pentru stocarea și comercializarea vinului.
- Cele mai mari beneficii de mediu, în cazul anului 2019, exprimate ca emisii de gaze cu efect de seră sunt: $-3,48 \times 10^4$ tone CO_{2e} și respectiv $-2,73 \times 10^5$ GJ, atunci când se calculează consumul de energie pentru gestionarea deșeurilor de sticlă, provenite de la ambalarea vinurilor.
- Când impactul producției este cuantificat împreună cu impactul de la Sfârșitul Ciclului de Viață, în 2019, s-au obținut cantități maxime de emisii de gaze cu efect de seră provenite din ambalajele din sticlă de $11,7 \times 10^5$ tone CO_{2e}, împreună cu un impact energetic de $1,91 \times 10^6$ GJ.
- În 2019, calculele indică faptul că 2727 de locuri de muncă au fost implicate în operațiunile de tratament al deșeurilor de tip AUFB ca impact social, în timp ce beneficiile economice arată venituri de $1,22 \times 10^8$ USD în salarii și $1,98 \times 10^7$ USD în taxe colectate.

- Până în 2030, dacă ar fi generate aceleași deșeuri de ambalaje reutilizabile pentru băuturi și țintele impuse de reutilizare de 10% pentru ambalajele pentru vin și 20% pentru ambalajele pentru alte băuturi vor fi atinse, mai multe beneficii de mediu (-34% ca emisii de GES și -37% ca impact energetic, față de 2019) vor fi întâlnite fără a afecta semnificativ indicatorii de reducere a forței de muncă și economice (-12% reducere a locurilor de muncă și respectiv - 3% în salarii și impozite, față de 2019).
- Până în 2040, cu ținte mai stricte de reutilizare de 30% pentru ambalajele pentru vinuri și 75% pentru ambalajele pentru alte băuturi, beneficiile de mediu sunt și mai mari (-59% ca emisii de GES și -64% ca impact energetic, față de 2019), dar indicatorii sociali și economici sunt afectați semnificativ (-68% reducere a locurilor de muncă, -52% față de salariile din 2019 și -64% față de taxe, față de taxele colectate în 2019).

CAPITOLUL 5. ANALIZA SWOT A SISTEMULUI NAȚIONAL DE MANAGEMENT AL DEȘEURILOR DE AMBALAJE

Gestionarea deșeurilor de ambalaje reprezintă una dintre cele mai mari provocări ecologice și economice cu care se confruntă România în contextul dezvoltării unei economii circulare durabile. În ultimii ani, Uniunea Europeană a impus reglementări tot mai stricte privind reciclarea și reducerea deșeurilor, iar România, ca stat membru, a fost obligată să implementeze măsuri specifice pentru a se alinia la aceste standarde. Cu toate acestea, provocările legate de infrastructura insuficientă, comportamentele de consum și post - consum, dar și de eficiența proceselor de reciclare rămân obstacole majore în calea unei gestionări eficiente a deșeurilor de ambalaje.

O analiză SWOT detaliată a situației deșeurilor de ambalaje din România oferă un cadru comprehensiv pentru înțelegerea punctelor forte, punctelor slabe, oportunităților și amenințărilor care definesc actualul peisaj al gestionării deșeurilor de ambalaje. Această metodă analitică ajută la identificarea factorilor care influențează performanța sistemului național de reciclare și la formularea unor recomandări care pot sprijini tranziția către un model sustenabil de gestionare a deșeurilor. Analiza anterioară a explorat nu doar reglementările și politicile în vigoare, ci și factorii economici, de infrastructura și sociali care modelează comportamentele de colectare, reciclare și gestionare a deșeurilor.

Esența acestei analize se bazează pe recunoașterea faptului că, în pofida progreselor făcute în direcția unei economii circulare, România se confruntă cu o serie de dificultăți semnificative, precum infrastructura inadecvată, lipsa de educație ecologică și o implementare inefficientă a reglementărilor europene. În același timp, există numeroase oportunități, cum ar fi creșterea cererii pentru ambalaje ecologice, fondurile europene pentru

investiții în reciclare și progresele în dezvoltarea unui sistem mai eficient de colectare separată. Astfel, o analiză SWOT bine fundamentată poate constitui un punct de plecare esențial pentru viitoarele politici publice și inițiative private care vizează îmbunătățirea gestionării deșeurilor de ambalaje în România.

Prin urmare, analiza SWOT (S - puncte forte, W - puncte slabe, O - oportunități și P - amenințări) a deșeurilor de ambalaje din România nu este doar o simplă evaluare a stării actuale, ci și o oportunitate de a identifica soluții inovative și sustenabile care să răspundă provocărilor actuale și viitoare.

5.5. Proiecții ale schimbărilor în cadrul sistemului național de management al deșeurilor de ambalaje din România

În urma analizei SWOT detaliate a situației actuale a deșeurilor de ambalaje din România, am identificat atât puncte forte, slabe, oportunități, cât și amenințări care influențează gestionarea și reciclarea deșeurilor. Aceste elemente devin fundamentale în conturarea unor scenarii posibile pentru viitorul gestionării deșeurilor de ambalaje, având în vedere reglementările, tehnologiile emergente și comportamentele consumatorilor și producătorilor.

Prin urmare, analiza SWOT devine un punct de plecare esențial pentru proiectarea unor scenarii realiste, care reflectă atât oportunitățile de dezvoltare, cât și provocările care trebuie depășite. În funcție de modul în care România va aborda aceste puncte forte, slabe, oportunități și amenințări, putem anticipa două posibile direcții de evoluție:

- **Scenariul 1:** Tranziția rapidă către economia circulară susținută prin tehnologii inovative și reglementări stricte. Acest scenariu este susținut de o aplicare rapidă și eficientă a punctelor forte identificate, cum ar fi creșterea interesului pentru soluții ecologice și reglementările clare impuse la nivel european. De asemenea, punerea în practică a unor tehnologii de reciclare avansate și parteneriatele public-privat sunt esențiale pentru succesul acestui model. În acest context, România ar putea depăși deficiențele infrastructurale actuale și ar putea implementa un sistem integrat și inovativ de gestionare a deșeurilor, care să asigure o reciclare eficientă și sustenabilă.
- **Scenariul 2:** Stagnarea și continuarea sistemului actual de reciclare, cu îmbunătățiri parțiale și obstacole în dezvoltarea infrastructurii. În contrast cu primul scenariu, al doilea reflectă o continuare a deficiențelor și obstacolelor identificate în analiza SWOT. Acesta presupune o rată lentă de adoptare a tehnologiilor avansate de reciclare și stagnarea implementării unor reglementări stricte și a unor taxe eficiente pe ambalajele nereciclabile. În acest scenariu, România nu reușește să capitalizeze pe pe oportunitățile oferite de

evoluțiile tehnologice și reglementările europene, iar infrastructura de reciclare rămâne insuficientă pentru a face față cerințelor de mediu și economice.

Astfel, analiza SWOT oferă o bază solidă pentru a înțelege atât condițiile favorabile care pot sprijini un viitor optimist, cât și provocările care pot împiedica progresul rapid în gestionarea deșeurilor. Modelele propuse reflectă două direcții contrastante, ce depind de modul în care factorii interni și externi vor evolua în următorii ani.

Aceste două scenarii reflectă direcții radical diferite, fiecare cu propriile provocări și oportunități. Primul scenariu este unul optimist, în care România adoptă tehnologii și reglementări inovatoare, în timp ce al doilea scenariul reflectă o stagnare și o reacție mai lentă la schimbările necesare pentru o gestionare sustenabilă a deșeurilor de ambalaje.

CONCLUZII GENERALE

Actualele tendințe în managementul deșeurilor de ambalaje, atât aspectele legate de generarea cât și de complexitatea acestora, precum și problemele legate de eficiența managementului acestora din perspectivele mai largi ale dezvoltării durabile și ale economiei circulare, au fost premisele care au condus la elaborarea tezei de doctorat cu titlul **”Evaluarea sustenabilității sistemelor de management al deșeurilor de ambalaje”**.

Obiectivul principal al tezei de doctorat a fost investigarea sistemică a managementului deșeurilor de ambalaje în contextul dezvoltării durabile sau al sustenabilității, cu focus pe opțiunile de tratare a acestor deșeuri la Sfârșitul Ciclului de Viață al acestora și pe impactul de mediu, economic și social indus de acestea.

Prin alegerea a două metodologii de analiză, una de evaluare cantitativă și a doua de evaluare calitativă, aplicate în contextul unui sistem de management al deșeurilor de ambalaje, la nivel național, într-un stat membru al Uniunii Europene (UE)- România, pe o perioadă selectată, începând cu anul 2018, au fost obținute rezultate referitoare la profilurile de sustenabilitate în diferite situații, ceea ce a permis atingerea obiectivul principal formulat al tezei de doctorat.

Un prim demers științific a vizat analiza de sustenabilitate a sistemului de management al deșeurilor de ambalaje pentru România, stat membru al UE, a fost investigată pentru perioada 2018-2020, un interval de timp mediu de la o revizie importantă a Directivei privind ambalajele și deșeurile de ambalaje în 2018. România a fost selectată pentru că servește drept model pentru un sistem de management al deșeurilor de ambalaje ghidat în principal de principiul Responsabilității Extinse a Producătorilor (REP). Deși există

scheme de colectare separată a materialelor reciclabile, România are unul dintre cele mai puțin performante sisteme de management al deșeurilor solide din Uniunea Europeană. Profilurile de sustenabilitate generate pentru sistemul național de management al deșeurilor de ambalaje se bazează pe indicatori de impact relevanți: i) de mediu: emisiile de gaze cu efect de seră (GES), respectiv consumul de energie; ii) social: efortul depus pentru a asigura efectuarea operațiunilor de tratare a deșeurilor (număr de ore lucrate sau echivalentul său număr de locuri de muncă cu normă întreagă) și iii) economici: salarii și impozite asociate operațiunilor de tratare a deșeurilor. Rezultatele depind foarte mult de calitatea sursei primare de date, fiind investigate 3 surse de date în acest sens: cele provenite de Agenția Națională de Protecția Mediului (validate ulterior la nivel european în baza de date Eurostat), cele provenite de Administrația Fondului pentru Mediu-AFM și cele provenite din proiecțiile Planului Național de Gestionare a Deșeurilor, PNGD (2018-2025). Dintre acestea, scenariul elaborat pe baza sursei de date AFM, a condus la cele mai scăzute valori ale impactului de mediu: emisii de gaze cu efect de seră GES = $-3,71 \times 10^6$ tone de CO_{2e} și consum de energie = $-2,9 \times 10^7$ GJ, și cele mai crescute valori ale impactului social: locuri de muncă cu normă întreagă = 14.368 și ale impactului economic: Salarii = 692 milioane de dolari SUA și Impozite = 136,7 milioane de dolari SUA, toate calculate pentru etapa Sfârșitul Ciclului de Viață al deșeurilor de ambalaje.

Un al doilea studiu a investigat situația sustenabilității sistemelor de management a deșeurilor de ambalaje de plastic de tip PET și a celor metalice de aluminiu. Acest demers a devenit relevant în contextul în care, începând cu 2018, legislația europeană în domeniu impune raportarea defalcată a acestor 2 subcategorii de deșeuri. Atât pentru deșeurile de ambalaje de tip PET, cât și pentru deșeurile din aluminiu, rezultatele pentru 2019 arată că a avut loc cel mai mare impact asupra mediului și cele mai scăzute valori ai indicatorilor sociali și economici.

Sustenabilitatea deșeurilor de ambalaje de unică folosință pentru băuturi a fost de asemenea investigată. Conform raportărilor europene, aceste tipuri de ambalaje, care reprezintă un flux principal de deșeuri de ambalaje primare are o contribuție semnificativă ca procente masice la fluxul total de deșeuri de ambalaje. Acestea vor fi și primele vizate de tranziția de noua legislație în domeniul ambalajelor, care sprijină demersurile pentru tranziția către ambalajele returnabile sau reutilizabile, în special pentru categoria de produse- băuturi alcoolice, băuturi răcoritoare carbogazoase sau naturale. În acest context, în cadrul tezei de doctorat a fost obținut profilul de sustenabilitate de referință pentru sistemul de management al deșeurilor de ambalaje de unică folosință pentru băuturi- anul 2019, România cu rezultate de : $-3,48 \times 10^4$ tone CO_{2e} și respectiv $-2,73 \times 10^5$ GJ în privința impactului de mediu și

2727 de locuri de muncă ca impact social, în timp ce beneficiile economice arată venituri de $1,22 \times 10^8$ USD în salarii și $1,98 \times 10^7$ USD în taxe colectate. A fost evaluat și impactul asupra acestui sistem a tranziției ambalajelor de la cele de unică folosință la cele reutilizabile pentru orizontul de timp 2030, respectiv 2040. Rezultatele sunt promițătoare, în sensul că se obțin beneficii suplimentare de mediu: -34% ca emisii de GES și -37% ca impact energetic, în 2030 față de 2019 și respectiv -59% ca emisii de GES și -64% ca impact energetic, în 2040 față de 2019, însă beneficiile aduse mediului trebuie puse în balanță cu scăderea beneficiilor sociale și economice: -12% reducere a locurilor de muncă și respectiv -3% în salarii și impozite, în 2030 față de 2019 și -68% reducere a locurilor de muncă, -52% față de salariile din 2019 și -64% față de taxe, față de taxele colectate, în 2040 față de 2019. Cu alte cuvinte, dacă se pune accent pe obținerea de beneficii de mediu, trebuie implementate măsuri compensatorii pe partea economică și socială pentru lucrătorii implicați în managementul deșeurilor de ambalaje.

Evaluarea calitativă prin analiza Punctelor forte-Punctelor tari-Oportunităților-Amenințărilor (SWOT) completează imaginea profilurilor de sustenabilitate obținute în celelalte demersuri științifice prezentate anterior, trecând în revistă factorii interni specifici României care afectează operațiunile de zi cu zi al sistemului de management al deșeurilor de ambalaje, precum și o serie de factori externi care contribuie în mod pozitiv (Oportunitățile) și care au efecte negative (Amenințările). Au fost puse în evidență astfel 2 scenarii: unul optimist *Scenariul 1* care discută aspecte legate de *Tranziția rapidă către economia circulară susținută prin tehnologie și reglementări stricte* și altul conservator *Scenariul 2* care punctează aspecte legate *Continuitatea actualului sistem de reciclare, cu îmbunătățiri parțiale și stagnare în dezvoltarea infrastructurii*. Pentru scenariile elaborate au fost discutate succint exemple concrete și impacturile preconizate pentru fiecare aspect considerat.

Principalele direcții de cercetare în tematica sustenabilității sistemelor de management al deșeurilor de ambalaje viitoare se pot concentra pe următoarele direcții principale:

- Investigarea impactului implementării Sistemului de Garanție Returnare (RetuRo) în România, începând cu decembrie 2023, atât asupra modului de organizare a managementului deșeurilor de ambalaje în general, cât și asupra sustenabilității;
- Considerarea îndeplinirii obligațiilor pe ținte de valorificare generale și pe tipul de ambalaj impuse de noul Regulament european cu privire la ambalaje și deșeurile de ambalaje, începând cu 2026 în următoarele analize de sustenabilitate; Suplimentar, trebuie investigate și impactul asupra sustenabilității a măsurilor de prevenire și reducere/reutilizare

impuse pentru anumite categorii de ambalaje, ceea ce constituie o premieră în legislația europeană;

- Începând cu 2025, se va revizui Planul Național de gestiune a deșeurilor, iar proiecțiile și estimările utilizate pot constitui premise pentru noi scenarii de sustenabilitate care pot fi analizate;
- Deși în managementul deșeurilor în general și al celor de ambalaje în mod particular se discută preponderent despre impactul de mediu estimat prin emisiile de gaze cu efect de seră, se pot realiza evaluări complexe prin metodologia Evaluării Ciclului de viață, obținându-se profiluri complete de impacturi de mediu, cu ajutorul unor soft-uri dedicate. În condițiile în care se dorește analiza mai detaliată pe tipuri de materiale de ambalaj cu o compoziție mai complexă sau a anumitor operațiuni de tratare/valorificare a deșeurilor se recomandă utilizarea tot a metodologiei Evaluării Ciclului de viață, combinată cu Evaluarea Costului Ciclului de Viață și a analizei de tip Evaluarea Socială a Ciclului de Viață. Utilizarea metodologiei US EPA WARM este posibilă în continuare în condițiile în care soft-ul va fi actualizat să includă mai multe tipuri de materiale și de operațiuni de tratare/valorificare a deșeurilor.
- Evaluarea calitativă bazată pe SWOT poate fi completată cu metodologii derivate cum sunt de exemplu cele de tip SWOT-PESTEL (factori politici, economici, sociali, tehnologici, ecologici și legali) sau cele de tip SWOT-GAP care îmbină analiza SWOT cu analiza decalajului sau a lacunelor dintre situația actuală și obiectivele dorite, ajutând astfel la conturarea mai precisă a strategiilor de îmbunătățire.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Arora, T., Chirla, S. R., Singla, N., & Gupta, L. (2022). Product packaging by e-commerce platforms: impact of covid-19 and proposal for circular model to reduce the demand of virgin packaging. *Circular Economy and Sustainability*, 3(3), 1255-1273. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00231-4>
- Akinola, A. A., Adeyemi, I., & Adeyinka, F. M. (2014). A proposal for the management of plastic packaging waste. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(1), 71-78. <https://doi.org/10.9790/2402-08117178>
- Angouria-Tsorochidou, E., Walk, S., Korner, I., Thomsen, M., 2023. Environmental and economic assessment of household food waste source-separation efficiency in a German case study. *Clean. Waste Syst.* 5, 100092 <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2023.100092>.
- Bernal-Carrillo, J. G., Chiwo, F. S., Susunaga-Notario, A. d. C., Ángel-Monroy, M. D., Arcos-Gutiérrez, H., & Garduño, I. E. (2024). Development and redesign of flexible

packaging under sustainability criteria. *Revista De Ciencias Tecnológicas*, 7(1), e253. <https://doi.org/10.37636/recit.v7n1e253>

Copello L., Simon, J.M. Policy recommendations for efficient and economically viable reuse packaging systems, July 2023.

Deloitte Analysis Report on the Extended Producer Responsibility Scheme Achievements in Fulfilling Packaging and Packaging Waste Obligations for the 2018-2021 Period, draft version, available in Romanian, 2022

Directiva 94/62/CE privind ambalajele și deșeurile de ambalaje

Fennell, K., Fehlberg, J., Singh, S., Matuana, L. M., Cho, S., & Almenar, E. (2024). Consumers' behavior toward packaging containing agricultural waste as a plastic filler for food: an exploratory study. *Sustainability*, 16(3), 1126. <https://doi.org/10.3390/su16031126>

Gabriel, V. H., Pfitzner, M., Fellner, J., Tacker, M., & Apprich, S. (2023). Rigid polyethylene terephthalate packaging waste: an investigation of waste composition and its recycling potential in austria. *Resources*, 12(11), 128. <https://doi.org/10.3390/resources12110128>

Ganczewski, G. and Jemielniak, D. (2022). Twitter is garbage: a thick big data exploration of #zerowaste hashtag on twitter in relation to packaging and food packaging materials. *Packaging Technology and Science*, 35(12), 893-902. <https://doi.org/10.1002/pts.2685>

Halim, I. and Srinivasan, R. (2002). Systematic waste minimization in chemical processes. 1. methodology. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 41(2), 196-207. <https://doi.org/10.1021/ie010207g>

Gavrilescu, D., **Seto, B.-C.**, & Teodosiu, C. (2023). Sustainability analysis of packaging waste management systems: A case study in the Romanian context. *Journal of Cleaner Production*, 422, 138578. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138578>.

Helms, M. M. and Nixon, J. (2010). Exploring swot analysis – where are we now?. *Journal of Strategy and Management*, 3(3), 215-251. <https://doi.org/10.1108/17554251011064837>

Jestratijević, I. and Brodnjak, U. V. (2022). Sustainable and innovative packaging solutions in the fashion industry: global report. *Sustainability*, 14(20), 13476. <https://doi.org/10.3390/su142013476>

Ncube, L. K., Ude, A. U., Ogunmuyiwa, E. N., Zulkifli, R., & Nongwe, I. (2021). An overview of plastic waste generation and management in food packaging industries. *Recycling*, 6(1), 12. <https://doi.org/10.3390/recycling6010012>

Oo, K. T. and Thin, M. M. Z. (2022). Climate change perspective: the advantage and disadvantage of covid-19 pandemic. *Journal of Sustainability and Environmental Management*, 1(2), 275-291. <https://doi.org/10.3126/josem.v1i2.45380>

Planul național de gestiune a deșeurilor 2018-2025

Rahman, S., Supriyono, B., Hariswanto, A., & Koyama, M. (2020). Policy reform towards waste management in pontianak municipality, west kalimantan indonesia (a swot analysis and lessons learned from kyoto city). Jurnal Ilmiah Administrasi Publik, 006(01), 147-155.

<https://doi.org/10.21776/ub.jiap.2020.006.01.17>

Seto B.C., Gavrilesco D, Teodosiu C., 2025, Sustainability Assessment of Single-Use versus Reusable Beverage Packaging Waste: A Romanian Case Study, Sustainability, trimisa spre publicare

Varžinskas, V. and Markevičiūtė, Z. (2020). Sustainable food packaging: materials and waste management solutions. Environmental Research, Engineering and Management, 76(3), 154-164. <https://doi.org/10.5755/j01.erem.76.3.27511>

Yang, Y. and Li, Y. F. (2012). Towards sustainable resources development in beijing: swot analyses of urban mineral industry. Advanced Materials Research, 573-574, 408-414.

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.573-574.408>

US EPA WARM Methodology version 15, available online at <https://www.epa.gov/warm/versions-waste-reduction-model-warm#15>

Worrell, E. and Sluisveld, M. A. v. (2013). Material efficiency in dutch packaging policy. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 371(1986), 20110570. <https://doi.org/10.1098/rsta.2011.0570>

<https://www.anpm.ro/>

<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

PREZENTAREA ACTIVITĂȚII ȘTIINȚIFICE

Articole publicate în jurnale de specialitate internaționale cotate ISI Web of Science

1. **Seto C.B.**, Gavrilescu D*, Teodosiu C*. **2025. Sustainability Assessment of Single-Use versus Reusable Beverage Packaging Waste: A Romanian Case Study**, *Environmental Engineering and Management Journal*, vol.24, no.3, 559-571, (Q4, F.I.= 1,1, ISI Web of Science)
2. Gavrilescu D., **Seto C.B.**, Teodosiu C.*. **2023. Sustainability Analysis of Packaging Waste Management Systems: A Case Study in the Romanian Context**, *Journal of Cleaner Production*, Volume 422, 10 October 2023, 138578 (Q1, F.I.=9,8, ISI Web of Science), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138578>

Articole publicate în jurnale de specialitate naționale indexate BDI

1. Enache M.M., Petrisor D., **Seto C.B.**, Gavrilescu D., Teodosiu C. **2023. An overview of legislative changes in packaging waste management in Romania**, *Buletinul Institutului Politehnic, Secția Chimie și Inginerie Chimică*, Bul. Inst. Polit. Iasi, Volumul 69 (73), Numărul 4, DOI: 10.5281/zenodo.10684910

Participări la conferințe naționale și internaționale

1. **Seto C.B.**, Gavrilescu D., Teodosiu C. **2023. Single-use beverage packaging waste quantification and sustainability assessment in the Romanian context**, prezentare orală, 12th International Conference on Environmental Engineering and Management, ICEEM12, 13-16 Septembrie 2023, Iasi, Romania.
2. **Seto C.B.**, Gavrilescu D., Teodosiu C. **2022. Sustainability of packaging waste management in Romania: trends and impact**, 6th International Conference on Chemical Engineering Innovative Materials and Processes for a Sustainable Development, prezentare orală, ICCE6 online, 5–7 Octombrie 2022.
3. **Seto C.B.**, Gavrilescu D., Teodosiu C. **2021. An assessment of waste management practices for implementing the Zero Waste Strategy Case study: Comanesti, Bacau, Romania**, prezentare orală , 4th International Conference of the Doctoral School “Gheorghe Asachi” Technical University of Iasi Romania, 19-21 Mai 2021.
4. Gavrilescu D., Barjoveanu G., Apopei P., Talpalaru A., **Seto C.B.**, Teodosiu C., **2021. Preliminary performance screening of chicken manure waste treatment options**, prezentare orală, 11th International Conference on Environmental Engineering and Management, ICEEM 11, Muttentz, Elveția, 8-10 Septembrie 2021.

Alte participări la workshop-uri

1. Workshop "Introducere în Carieră - Planificare și Motivație", **2023**, organizator Facultatea de Inginerie Chimica si Protectia Mediului „Cristofor Simionescu”, Universitatea Tehnica „Gheorghe Asachi” din Iasi, 9-10 Mai 2023.
2. Workshop / Evenimentul de multiplicare – Environmental Education – OERs for Rural Citizens (EnvEdu – OERs), **2023**, Transnational Project Meeting, cod proiect 19-COP-0038, 9-11 Martie 2023, Romania.
3. Workshop/Evenimentul de multiplicare– ME 1, **2022** cu titlul "Practici durabile în managementul mediului și al deșeurilor, în comunitățile rurale", în cadrul proiectului "Educație pentru protecția mediului – Resurse educaționale deschise pentru cetățenii din comunitățile rurale" (Environmental Education – OERs for Rural Citizens (EnvEdu-OERs), cod proiect 19-COP-0038, Iasi, Romania, 27 Mai 2022.