



UNIUNEA EUROPEANĂ GUVERNUL ROMÂNIEI



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE

OIPOSDRU



UNIVERSITATEA „BABEȘ-BOLYAI”, CLUJ-NAPOCA

FACULTATEA DE ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MEDIULUI

ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚA MEDIULUI



TEZĂ DE DOCTORAT

- REZUMAT -

**ÎMBUNĂTĂȚIREA PERFORMANȚELOR SISTEMELOR DE
GESTIUNE A DEȘEURILOR MENAJERE.**

STUDIUL DE CAZ: MUNICIPIUL CLUJ-NAPOCA

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT

Prof. Univ. Dr. CĂLIN BACIU

DOCTORAND

POP IOANA NICOLETA

CLUJ-NAPOCA, 2018

CUPRINS

INTRODUCERE.....	4
CAPITOLUL 2 – STADIUL CERCETĂRII ÎN DOMENIU	6
2.1 Prezentarea stadiului cunoașterii cu privire la caracteristicile deșeurilor la nivel național.....	6
2.2 Stadiul cercetării în privința metodologiei utilizate în cadrul studiilor de caracterizare a deșeurilor	7
2.3 Stadiul cercetării cu privire la utilizarea metodei Evaluării Ciclului de Viață în cadrul gestiunii deșeurilor	8
CAPITOLUL 3 – CARACTERIZAREA ZONEI STUDIATE	10
CAPITOLUL 4 – METODOLOGIA CERCETĂRII.....	13
CAPITOLUL 5 – REZULTATE ȘI DISCUȚII	16
5.1 Compoziția deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca	16
5.2 Indicele de generare a deșeurilor	19
5.3 Densitatea deșeurilor	21
5.4 Puterea calorică inferioară a deșeurilor	22
5.5 Evaluarea atitudinii și a comportamentului populației cu privire la colectarea separată a deșeurilor	23
5.5.1 Gradul de conștientizare a populației cu privire la colectarea separată a deșeurilor.....	24
5.5.2 Aspecte referitoare la infrastructura de colectare a deșeurilor	25
5.5.3 Comportamentul cu privire la colectarea separată a deșeurilor și factorii care îl determină.....	26
5.6 Evaluarea ciclului de viață aplicată sistemului de gestiune a deșeurilor	28
5.6.1 Evaluarea ciclului de viață aplicată proceselor de colectare și transport a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca	28
5.6.2 Evaluarea ciclului de viață aplicată sistemului de gestiune a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca	30
5.7 Analiza economică a deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca și potențialul de reciclare și valorificare a acestora	33
5.8 Considerente privind cele mai bune direcții de management al deșeurilor la nivelul municipiului Cluj-Napoca	35
CONCLUZII.....	38
DISEMINAREA REZULTATELOR	41
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ.....	43

Cuvinte cheie: gestiunea deșeurilor menajere; compoziția deșeurilor, colectarea separată a deșeurilor, evaluarea ciclului de viață, economie circulară;

INTRODUCERE

Capitolul I al lucrării de doctorat prezintă perspectiva europeană a gestiunii deșeurilor, necesitatea studiului, oportunitățile acestuia și obiectivele care au fost stabilite în sensul îndeplinirii scopului lucrării.

Fiind o importantă problemă socio-economică, gestiunea deșeurilor presupune numeroase aspecte tehnice, dar este influențată și de factori legislativi, socio-culturali, de mediu, economici și de resursele disponibile (Sharholy et al., 2007). Având în vedere potențialul deșeurilor ca resurse, ca materie primă, dar și amenințările pe care depozitarea acestora în condiții neconforme le poate avea asupra factorilor de mediu, managementul integrat eficient al deșeurilor reprezintă o componentă cheie a dezvoltării durabile.

Astfel, în ultimul timp se pune tot mai mult *problema gestiunii deșeurilor în contextul economiei circulare*, care se traduce prin abordarea separată a dezvoltării economice și a consumului de resurse neregenerabile. Totodată, se discută renunțarea la vechiul concept de economie liniară, care se rezumă la utilizarea resurselor neregenerabile cu scopul transformării lor în produse, care sunt vândute spre a fi folosite și care, ulterior, la finalul vieții lor, se transformă în deșeuri și ajung în depozite de foarte mari dimensiuni (CE, 2014).

În acest cadru, depozitele de deșeuri trebuie înlocuite, în mare proporție, cu soluții de tipul prevenirii formării deșeurilor, refolosirii, reciclării și valorificării deșeurilor. În ceea ce privește prevenirea formării deșeurilor și a refolosirii acestora, rolul principal revine celor care proiectează noi produse. În acest context, *planificarea eficientă a gestiunii deșeurilor*, necesită existența unei baze de date sigure și unei analize fundamentate a situației existente cu privire la *cantitatea de deșeuri generate* și, implicit, a *indicelui de generare/locuitor* și *compoziția deșeurilor*. Aceste aspecte sunt, de asemenea, susținute în cadrul unui raport întocmit de către organizația D Waste (www.d-waste.com).

Gestiunea deșeurilor este una din cele mai importante provocări cu care se confruntă municipalitățile din România, atât din punctul de vedere al cantităților generate, care sunt din ce în ce mai mari, cât și în ceea ce privește provocările din punctul de vedere al protecției mediului și al obiectivelor de reciclare și de valorificare impuse de Uniunea Europeană (Tartiu & Petrache, 2009).

Provocarea este cu atât mai mare, cu cât la nivel mondial problematica deșeurilor nu mai este privită drept gestiune a deșeurilor, în sensul în care se dorește „a se scăpa” de acestea în condiții de siguranță pentru mediu și sănătate, ci în sensul managementului resurselor în cadrul unei economii circulare.

În acest context, deșeurile care fac obiectul prezentului studiu sunt *deșeurile menajere*, atât cele provenite din activități casnice, cât și cele asimilabile, provenite din comerț, industrie și instituții, care prezintă compoziție și proprietăți similare cu deșeurile menajere, incluzând în același timp și fluxuri speciale de deșeuri, cum sunt deșeurile de ambalaje și deșeurile de echipamente electrice și electronice.

Scopul lucrării îl reprezintă *elaborarea unor direcții de management integrat eficient al deșeurilor la nivelul municipiului Cluj-Napoca, sub forma gestiunii resurselor pe care acestea le implică*, în sensul completării planului major și mecanismului elaborat de autoritățile locale în cadrul sistemului de management integrat al deșeurilor.

Pentru îndeplinirea scopului lucrării s-au stabilit următoarele *obiective*:

- ✓ Elaborarea unei metodologii pentru realizarea studiului de compoziție a deșeurilor, fundamentat pe date bibliografice;
- ✓ Determinarea compoziției deșeurilor menajere generate de populația din zone rezidențiale cu case, zone rezidențiale cu blocuri și agenți economici din municipiul Cluj-Napoca, în funcție de anotimp (10 categorii)
- ✓ Calcularea ratei de generare a deșeurilor menajere aferente populației din Cluj-Napoca;
- ✓ Determinarea densității medii a deșeurilor necompactate (în recipientele de colectare) pe baza unor determinări în teren;
- ✓ Determinarea puterii calorifice a deșeurilor menajere;
- ✓ Determinarea unor aspecte din sfera implicării populației în procesul de colectare separată a deșeurilor: gradul de participare a populației în procesul de colectare separată a deșeurilor; gradul de informare a populației cu privire la colectarea separată a deșeurilor și măsura în care populația este conștientă de importanța acestui proces; opinia și atitudinea populației față de actualul sistem de colectare separată a deșeurilor; comportamentul populației în materie de colectare separată a deșeurilor;
- ✓ Evaluarea procesului de gestiune a deșeurilor prin metoda Evaluării Ciclului de Viață;
- ✓ Estimarea valorii economice a deșeurilor generate în Cluj-Napoca;
- ✓ Estimarea costurilor diferitelor opțiuni viabile de tratare a deșeurilor menajere generate în Cluj-Napoca;
- ✓ Determinarea potențialului de reciclare și valorificare a deșeurilor menajere generate în Cluj-Napoca;

CAPITOLUL 2 – STADIUL CERCETĂRII ÎN DOMENIU

Analiza stadiului cercetării în domeniul caracterizării deșeurilor și a managementului acestuia s-a realizat prin intermediul studiului bibliografic cu accent pe următoarele aspecte: (1) stadiul cunoașterii caracteristicilor deșeurilor la nivel național, (2) abordări metodologice de caracterizare a deșeurilor, (3) utilitatea rezultatelor obținute în cadrul diferitelor studii de caracterizare a deșeurilor și (4) utilizarea evaluării ciclului de viață în cadrul gestiunii deșeurilor.

2.1 Prezentarea stadiului cunoașterii cu privire la caracteristicile deșeurilor la nivel național

În privința *cunoștințelor legate de caracteristicile deșeurilor*, experiența României se rezumă la un număr redus de studii de acest gen, realizate ocazional, local și doar unele având caracter de cercetare. Astfel, statisticile cu privire la compoziția deșeurilor, densitatea acestora, indicele de generare a deșeurilor și alte caracteristici de acest gen se bazează mai mult pe estimări sau pe date provenite de la companiile de salubritate ([Ecorom Ambalaje, 2013a](#)).

Astfel, printre studiile de caracterizare a deșeurilor realizate în ultimii ani pentru deșeurile generate în diferite zone ale țării, se numără: (1) Determinări ale compoziției deșeurilor menajere în Brașov în anul 2004 ([SWA Tool Consortium, 2004b](#)), (2) Determinări ale compoziției deșeurilor menajere pentru județul Bihor, în anul 2006 ([MMDD, 2007](#)), (3) Studii privind compoziția deșeurilor menajere în Regiunea 7 Centru, în anul 2011 pentru Agenția Regională de Protecția Mediului Sibiu ([ARPM Sibiu, 2011](#)), (4) Studiu de determinare a compoziției deșeurilor, precum și a deșeurilor de ambalaje generate de gospodăriile populației din Pitești, în perioada septembrie 2012 – august 2013 ([Ecorom Ambalaje, 2013a](#)) și (5) Studiu de determinare a compoziției deșeurilor generate în județul Prahova, în orașele Ploiești și Câmpina, în anul 2014 ([Panaitescu & Bucuroiu, 2014](#)).

Faptul că datele referitoare la caracteristicile deșeurilor generate în țări precum Albania, Bosnia-Herțegovina, Bulgaria, Croația, Serbia, dar și România sunt bazate pe estimări, studii locale sau extrapolări după studii din alte țări este recunoscut și în literatura de specialitate ([Hristovski et al., 2007](#)).

2.2 Stadiul cercetării în privința metodologiei utilizate în cadrul studiilor de caracterizare a deșeurilor

Deși la nivelul României au mai fost realizate studii locale de caracterizare a deșeurilor, până în acest moment nu există o metodologie unitară pentru determinarea caracteristicilor deșeurilor, adoptată la nivel legislativ, cu caracter obligatoriu. Aceasta ar fi deosebit de utilă nu doar pentru desfășurarea studiilor la nivel regional, dar și pentru a face comparabile rezultatele obținute în diferite țări.

La nivelul României există doar un standard care se referă la caracterizarea deșeurilor - SR13493/2004 – *Caracterizarea deșeurilor. Metodologie de caracterizare a deșeurilor menajere* – ROMECOM, care, ca orice standard național care nu este prevăzut în reglementări legislative, are o aplicare voluntară.

Un proiect de cercetare de referință, denumit *Dezvoltarea unor unelte metodologice pentru îmbunătățirea preciziei și a comparabilității datelor referitoare la analiza deșeurilor* (“*Development of a methodological tool to enhance the precision & comparability of solid waste analysis data – S.W.A. – TOOL*”) și finanțat prin programele europene, a avut ca studiu de caz inclusiv situația privind gestiunea deșeurilor în municipiul Brașov. În urma desfășurării proiectului s-a elaborat o *Metodologie pentru analiza deșeurilor municipale solide (S.W.A. – TOOL)* a cărei caracteristici sunt prezentate în lucrare.

În plus față de demersurile prezentate de mai sus, se menționează și *Proiectul de Twinning Phare RO/06/IB/EN/06 – România, Regiunea Nord-Est Implementarea și aplicarea acquis-ului de mediu cu accent pe gestiunea deșeurilor menajere* desfășurat în perioada martie 2008 – august 2009 care a constat în elaborarea unor recomandări privind stațiile de sortare a ambalajelor. În acest context, pentru identificarea volumului deșeurilor dintr-o anumită zonă de generare și estimarea compoziției acestuia pentru ca ulterior acesta să fie tratat corespunzător, se recomandă și o metodologie de caracterizare a deșeurilor.

Un studiu realizat în anul 2014 (Pop et al., 2014a) evidențiază că la nivel internațional există un domeniu de cercetare destul de dezvoltat în ceea ce privește elaborarea studiilor de caracterizare a deșeurilor, atât în zone din țări dezvoltate, cât și în anumite zone din țări mai puțin dezvoltate. În zonele din țări dezvoltate, exemplele sunt numeroase: Alachua, Florida – Statele Unite ale Americii (Townsend et al, 2010), Maine, New England – Statele Unite ale Americii (Criner & Blackmer, 2011); Vancouver – Canada (TRI Environmental Consulting Inc., 2011); Boulder, Colorado – Statele Unite ale Americii (MSW Consultant, Cascadia Consulting Group, 2010); Marea Britanie (EPA, UK, 2000) etc.

Printre demersurile de cercetare de acest tip, din zone aflate în țări în curs de dezvoltare, se pot aminti următoarele exemple: determinarea caracteristicilor deșeurilor municipale solide generate în perioada 2003-2004, în Allahabad, India (Sharholy et al., 2007), studiu de caracterizare a deșeurilor municipale solide generate în anul 2006, în Chittagong, Bangladesh (Sujauddin et al., 2008), studiu de caracterizare a deșeurilor municipale solide generate în perioada 2007–2008, în Kharagpur, Bengal, India (Kumar & Goel, 2009), analiză calitativă și cantitativă a deșeurilor generate în anul 2010, în Nagpur, India (Modak & Nangare, 2011), studiu de determinare a compoziției deșeurilor generate în anul 2012, în Abuja, Nigeria (Ogwueleka, 2013), caracterizarea și generarea deșeurilor solide în Nigeria (Niger Delta Region), în anul 2014 (Owamah et al., 2015) etc. Mai mult decât atât, aceste studii au fost aplicate și în cazul deșeurilor necontrolate, cum este studiul realizat pentru determinarea compoziției deșeurilor identificate în zona unei plaje din Ghana (Bryant et al., 2010).

Pe lângă recomandările standardului românesc și a metodologiei elaborate de Uniunea Europeană cu privire la caracterizarea deșeurilor, prezentul studiu ia în considerare o serie de recomandări ale unor țări care au realizat astfel de analize. În urma studiului bibliografic referitor la metodele de caracterizare a deșeurilor utilizate, s-a observat că acestea sunt mai mult sau mai puțin interconectate și multe dintre ele fac referire la altele, după cum observă și Dahlen & Lagerkvist (2008). Capitolul 2.2.2 respectiv Capitolul 2.2.3 din cadrul tezei de doctorat discută principalele aspecte ale acestor metode de caracterizare și ale unor studii care au avut ca scop caracterizarea deșeurilor.

2.3 Stadiul cercetării cu privire la utilizarea metodei Evaluării Ciclului de Viață în cadrul gestiunii deșeurilor

Stadiul cercetării cu privire la utilizarea evaluării ciclului de viață în cadrul gestiunii deșeurilor a fost prezentat de către Pop et al. (2016a). Se observă că există o serie de studii asupra gestiunii deșeurilor realizate pe baza analizei ciclului de viață mai ales în Europa și în general în țările dezvoltate (Laurent et al., 2014a).

Astfel, s-au realizat recenzii ale acestor tipuri de studii (ex. Tascione & Raggi 2012; Abeliotis 2011) care evidențiază că, în general, acestea analizează un număr de scenarii de gestiune a deșeurilor, cuprins între 2 și 24, scenarii care sunt definite după 4 criterii: (1) regulamente, standarde și recomandări, (2) bune practici, (3) studii focalizate pe o anumită opțiune de gestiune a deșeurilor și (4) predicții (Tascione & Raggi, 2012).

Cap. 2. Stadiul cercetării în domeniu

Există, de asemenea, studii utile pentru cei care doresc să aplice metoda Evaluării Ciclului de Viață (ECV) în contextul managementului deșeurilor, dintre care se menționează: (1) capitolul de carte denumit „ECV a sistemului de gestiune a deșeurilor” (Hauschild & Barlaz, 2010; Björklund et al., 2010, Christensen et al., 2010), care realizează o introducere a metodei utilizate în domeniul gestiunii deșeurilor și dezbate exemple specifice; (2) lucrarea lui McDougall et al. (2001), care prezintă studii de caz, dar și un cadru al metodei ECV aplicată la managementul deșeurilor; (3) capitolul referitor la analiza critică a unor studii care utilizează metodologia ECV, din volumul Managementul Integrat al Deșeurilor (Abeliotis, 2011); (4) raportul de cercetare asupra unor studii care evaluează impactul reciclării, al depozitării deșeurilor și al incinerării diferitelor tipuri de materiale (Michaud et al., 2010).

Laurent et al. (2014a, 2014b) realizează o analiză critică a unui număr de 222 de astfel de studii din punctul de vedere al calității acestora, a structurii, a metodologiilor utilizate, a rezultatelor acestora, oferind și o serie de recomandări utilizatorilor acestei metode. Astfel, o serie de studii sunt exemplificate de către autori ca fiind de calitate și sunt recomandate ca studii bibliografice preliminare realizării unei analize a ciclului de viață din diferite considerente (Arena et al. 2003, Jenseit et al. 2003, Blengini et al. 2012 etc).

Cu toate că există studii care aplică metoda ECV în scopul îmbunătățirii managementului deșeurilor, s-a constatat că se manifestă un interes scăzut în analizarea tehnologiilor inovative precum gazeificarea, piroliza și digestia anaerobă, în timp ce alte opțiuni precum depozitarea, reciclarea, compostarea și incinerarea sunt intens dezbătute în termeni de impact asupra mediului (Michaud et al., 2010).

Există, de asemenea, preocupări de studiu al metodei analizei ciclului de viață în cadrul managementului deșeurilor în România și în municipiul Cluj-Napoca, manifestate în cadrul unor proiecte precum cele elaborate de: Gliguța et al. (2010); Popița (2011); Ghinea et al. (2012, 2014); Pop et al. (2016a); Popița et al. (2017). În ciuda acestor demersuri, se consideră că metodologia evaluării ciclului de viață este insuficient aplicată ca metodă suport în stabilirea celei mai bune opțiuni în cadrul gestiunii deșeurilor în România (Popița et al., 2017).

CAPITOLUL 3 – CARACTERIZAREA ZONEI STUDIATE

Capitolul 3 prezintă modul de gestiune a deșeurilor menajere și asimilabile generate în municipiul Cluj-Napoca.

Gestiunea deșeurilor menajere în municipiul Cluj-Napoca – Sectorul formal

Figura 1 prezintă succint aspecte de ansamblu asupra unor aspecte de referință din cadrul procesului de gestiune a deșeurilor în România și asupra aspectelor cheie din cadrul procesului de depozitare a deșeurilor în municipiul Cluj-Napoca. Aceasta indică faptul că depozitarea deșeurilor a fost procesul cu cea mai mare pondere din cadrul gestiunii deșeurilor în municipiul Cluj-Napoca, doar în ultimii ani îndreptându-se atenția spre un sistem de management integrat, care și la această dată este în stadiu de proiect.

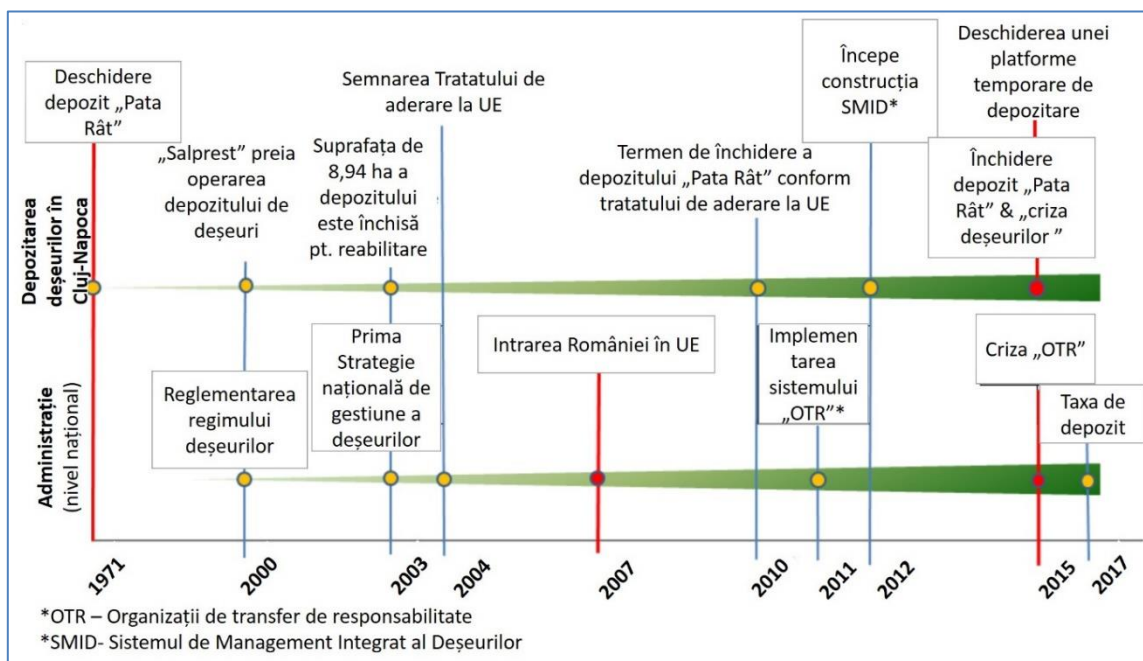


Figura 1 Evoluția temporală a sistemelor de gestiune a deșeurilor în România și în municipiul Cluj-Napoca (după Nicodin et al. 2016)

Responsabilitatea pentru gestiunea deșeurilor este sarcina autorităților locale, conform Legii 101/2006 privind serviciul de salubritate a localităților. Astfel, autoritățile publice locale pot decide concesionarea serviciului sau gestionarea directă, în cadrul municipiului Cluj-Napoca serviciul de salubritate menajeră fiind delegat. Gestiunea deșeurilor menajere și asimilabile în municipiul Cluj-Napoca are la bază următoarele elemente: pre colectarea separată a deșeurilor la locul de generare pe două fracții: umedă (ex. resturi de mâncare și alte deșeuri organice) și uscată (deșeuri reciclabile de tipul: hârtie, plastic, metale, sticlă), colectarea separată a deșeurilor prin sistemul „din poartă în poartă”, transportul deșeurilor la stația de

Cap. 3. Caracterizarea zonei studiate

tratare sau la locul de depozitare, tratarea deșeurilor și depozitarea/valorificarea/reciclarea acestora.



Figura 2 Sistemul de gestiune a deșeurilor menajere în municipiul Cluj-Napoca (Pop et al., 2015b)

În plus, față de cele două companii de salubritate delegate de către primărie să gestioneze deșeurile menajere, la nivelul municipiului mai există și alți agenți economici precum și persoane neautorizate, care colectează deșeuri reciclabile cu valoare economică și care raportează sau nu cantitățile colectate/reciclate către autoritățile de protecția mediului sau către autoritățile locale.

Gestiunea deșeurilor menajere în municipiul Cluj-Napoca – Sectorul informal

Cu toate că autoritățile locale au autorizat doar două companii să gestioneze deșeurile menajere generate în municipiul Cluj-Napoca, există, de asemenea și persoane neautorizate care: (1) pătrund în locurile amenajate pentru colectarea deșeurilor, sortează și sustrag deșeurile reciclabile de tipul plasticului și al cartonului, (2) sortează deșeurile care ajung în depozitul de deșeuri și (3) sustrag materiale reciclabile, care deja sunt colectate separat, direct din recipientele speciale destinate colectării deșeurilor de ambalaje; în final, deșeurile cu valoare economică sunt comercializate către agenți economici care se ocupă de colectarea acestora în scopul reciclării.

Pe de o parte, acest fenomen conduce la scăderea într-o anumită măsură a volumului deșeurilor care ajung să fie depozitate, fiind determinat de aspecte economico-sociale. Pe de altă parte, aduce multe neajunsuri actorilor implicați în sistemul formal de gestiune a deșeurilor, în special autorităților publice și companiilor de salubritate și anume: imposibilitatea

înregistrării oficiale a cantităților de deșeuri reciclate sau valorificate în cadrul acestui sistem informal; distrugerea infrastructurii de colectare a deșeurilor (vandalizarea punctelor gospodărești de colectare a deșeurilor de la blocuri și distrugerea sistemului de închidere a acestora); pierderi economice prin furtul deșeurilor valorificabile, care, conform legii, sunt proprietatea operatorilor de salubritate cărora le-a fost delegată gestiunea acestor tipuri de deșeuri. Avantajele și dezavantajele sectorului informal pentru gestiunea deșeurilor în municipiul Cluj-Napoca este dezbătută de [Pop et al., \(2015b\)](#).

În cadrul procesului de gestiune a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca nu se dispune la această dată de stație de sortare a deșeurilor, de unitate de compostare sau de depozit ecologic de deșeuri.

Depozitul actual este situat la o distanță de 5 kilometri de oraș, nu dispune de sistem de colectare a levigatului sau sistem de colectare a gazului. Acesta funcționează din anul 1975, iar închiderea acestuia este planificată încă din anul 1988 și trebuia închis în 2010, conform Hotărârii 349/2005 privind depozitarea deșeurilor, cu completările ulterioare. Se estimează o compoziție a acestuia de 95% deșeuri menajere și 5% deșeuri industriale.

Conform datelor primite, la solicitare, de la primăria municipiului Cluj-Napoca, în perioada 2012 – 2017 gradul mediu anual de colectare separată a deșeurilor colectate prin sistemul public de salubritate a fost de peste 15%.

Lucrarea prezintă, de asemenea, o situație de ansamblu, sub forma unei analize SWOT, în care sunt inventariate punctele tari și punctele slabe ale sistemului de gestiune a deșeurilor (în special a celor menajere) în municipiul Cluj-Napoca, dar și oportunitățile care pot contribui la îmbunătățirea acestuia și riscurile la care poate fi supus.

CAPITOLUL 4 – METODOLOGIA CERCETĂRII

În Capitolul 4 – Metodologia cercetării se prezintă instrumentele de lucru utilizate în studiile efectuate și prezentate în cadrul lucrării și anume: (1) studiul de caracterizare a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca – compoziție, densitate, putere calorifică, rata de generare a deșeurilor, (2) analiza gradului de implicare a populației din municipiul Cluj-Napoca în procesul de gestiune a deșeurilor menajere în general și în procesul de colectare separată a deșeurilor în special, (3) studiul de evaluare a ciclului de viață în cadrul procesului de gestiune a deșeurilor și (4) analiza economică a deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca și a potențialului de reciclare a acestora.

Astfel, în elaborarea tezei de doctorat, în studierea aspectelor menționate mai sus din cadrul gestiunii deșeurilor, s-au utilizat tehnici și metode, precum:

- abordarea fiecărui aspect din cadrul lucrării, referitor la gestiunea deșeurilor, la nivelul altor țări, dar și la nivelul României – *metoda analizei documentelor, a studiului de caz;*
- identificarea compoziției deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca – *metoda output;* **Tabelul 1** sintetizează metodologia utilizată în cadrul studiului de compoziție a deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca.

Tabelul 1 Metodologia utilizată în cadrul studiului de compoziție a deșeurilor menajere generate în Cluj-Napoca (Pop et al., 2015a; 2015d).

Metoda de studiu	- metoda output – determinarea compoziției deșeurilor prin prelevarea probelor, sortarea și cântărirea deșeurilor pe categorii
Stratificarea studiului	(1) sectorul de generare a deșeurilor: rezidențial și agenți economici (2) subsectorul de generare a deșeurilor: populație – case, populație – blocuri, agenți economici (3) tipul deșeurilor: fracție umedă și fracție uscată (4) caracteristici sezoniere: vara și toamna 2014, iarna și primăvara 2015
Prelevarea probelor	- sampling aleatoriu din mașinile care colectează deșeurile (în cazul fracției uscate a deșeurilor) și din recipientele în care se colectează deșeurile (în cazul fracției umede a deșeurilor)
	<input type="checkbox"/> campania de vară: iunie și august 2014 <input type="checkbox"/> campania de toamnă: octombrie și noiembrie 2014 <input type="checkbox"/> campania de iarnă: ianuarie și februarie 2015 <input type="checkbox"/> campania de primăvară: aprilie și mai 2015
	- 45 probe cu o masă cuprinsă între 46 și 1500 kg; cantitatea probelor totale >17 t
Sortare	- 10 categorii de deșeuri

- analiza datelor obținute în cadrul studiilor de caracterizare a deșeurilor, precum și analiza datelor referitoare la investigarea comportamentului populației cu privire la colectarea

separată la sursă, reciclare și părerea generatorilor deșeurilor cu privire la acest sector, în general – analiza statistică: *testul hi pătrat*, deviația standard a valorii medii și intervalul de încredere;

- pentru determinarea indicelui de generare a deșeurilor menajere generate în Cluj-Napoca s-a luat în calcul cantitatea de deșeuri generată timp de 10 zile de către un eșantion de populație din zone rezidențiale cu blocuri, de la un număr mediu zilnic de persoane de aproximativ 9000 persoane, echivalând cu un procentaj de 2,8% din populația municipiului;

- densitatea specifică a deșeurilor menajere necompactate, în recipientele de colectare, generate în municipiul Cluj-Napoca, a fost determinată *in situ*, prin determinări în teren în perioada rece (februarie – martie 2016) și în perioada caldă (august 2016); datele analizate sunt prezentate în **Tabelul 2**, respectiv **Tabelul 3**;

Tabelul 2 Date luate în calcul la determinarea densității deșeurilor necompactate în municipiul Cluj-Napoca (sezon rece)

Data	08.02.16	10.02.16	10.02.16	20.02.16	21.02.16	28.03.16	Medie	Total
Deșeu colectat (m ³)	77,33	63,57	32,29	67,10	75,12	88,04	67,24	403,45
Deșeu colectat (kg)	7520	6420	2680	5640	7640	6560	6076,67	36460

Tabelul 3 Date luate în calcul la determinarea densității deșeurilor necompactate în municipiul Cluj-Napoca (sezon cald)

Data	18.08.16	19.08.16	20.08.16	20.08.16	21.08.16	Medie	Total
Deșeu colectat (m ³)	58,346	49,252	57,764	84,944	81,538	66,37	331,844
Deșeu colectat (kg)	6700	5240	7220	10020	9620	7760	38800

- identificarea puterii calorifice a deșeurilor menajere solide generate de populația din municipiul Cluj-Napoca s-a realizat utilizând formula de mai jos (Zurbrügg, 2016) și compoziția deșeurilor menajere (fracția umedă) determinată de Pop et al. (2015d):

$$PCN [kcal/kg] = 40(a + b + c + d) + 90e - 46W$$

Unde: PCN (Puterea Calorifică Neta - Net Calorific Value sau Lower Calorific Value)
 - % din cantitatea deșeurilor umede: a – Hârtie; b – textile; c – lemn și frunze; d – deșeuri alimentare; e – plastic și cauciuc; W – apă

- investigarea comportamentului populației cu privire la colectarea separată la sursă, reciclare și părerea generatorilor deșeurilor cu privire la acest sector – *metoda anchetei utilizând chestionare*;

Cap. 4 Metodologia cercetării

- evaluarea sistemului de gestiune a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca – Tehnica evaluării ciclului de viață – ECV (Life Cycle Assessment – LCA) prin softul *SimaPro8*, versiunea 8.1.1.16 Developer; metodele de evaluare a impactului asupra mediului utilizate au fost: (1) CML baseline și (2) Metoda ReCiPe Endpoint *SimaPro Software*; caracteristicile scenariilor modelate sunt prezentate în **Tabelul 4**; (Pop et al., 2016a).

Tabelul 4 Descrierea sumară a scenariilor utilizate în cadrul studiului de evaluare a proceselor de colectare și transport, respectiv evaluarea mai multor variante de gestiune a deșeurilor (Pop et al., 2016a)

Caracteristici principale/scenariu	SCN 0B	SCN 0	SCN 1	SCN 2	SCN 2B	SCN 3	SCN 4
Tip de colectare & transport (număr de fracții)	1	1	2	2 (+optimiz. transportului)	2 (+optimiz. transportului)	5	5
Deșeu depozitat %	100	94	65	65	65	65	72
Deșeu reciclat %	0	6	35	35	35	35	28
Distanța până la reciclare/tip de material reciclat(km)	0	340-470	340-470	340-470	30	340-470	340-470

- în evaluarea proceselor de colectare și transport a deșeurilor menajere și asimilabile cu acestea și a sistemului de gestiune a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca s-au utilizat date de generare a deșeurilor și cantități de deșeuri colectate și transportate din cartierul Mănăstur.

- în elaborarea analizei economice a gestiunii deșeurilor generate în Cluj-Napoca s-au utilizat costuri reale ale diferitelor procese de tratare a deșeurilor, cu care operau diverși agenți economici, furnizori ai acestor servicii la nivelul anului 2016 (reciclare, compostare, incinerare, depozitare); costurile includ TVA și au fost calculate la un nivel al euro (€) de 4,5 lei (Pop et al., 2016b); Studiul utilizează date cu privire la compoziția deșeurilor generate de populația din zone rezidențiale cu blocuri, date identificate de Pop et al. (2015d), iar cantitățile de deșeuri generate sunt aferente anului 2013, publicate în Strategia locală de gestiune a deșeurilor (H.C.L. 529/22.12.2014; Pop et al., 2016b).

CAPITOLUL 5 – REZULTATE ȘI DISCUȚII

Capitolul 5 prezintă contribuția personală cu privire la: (1) caracteristici ale deșeurilor menajere și asimilabile cu cele menajere generate în Cluj-Napoca, precum – compoziția, indicele de generare, densitatea, puterea calorică etc., discutate în comparație cu rezultatele altor studii similare; dar și (2) contribuția personală cu privire la identificarea unor aspecte referitoare la implicarea populației din municipiul Cluj-Napoca în procesul de gestiune a deșeurilor și utilizarea evaluării ciclului de viață aplicat pe gestiunea deșeurilor menajere în municipiul Cluj-Napoca. Astfel, în urma cunoașterii acestora, sunt identificate și direcții care se consideră a fi oportune în cadrul procesului de gestiune a deșeurilor la nivel local; în baza acestora, autoritățile și agenții economici implicați în gestiunea deșeurilor pot lua cele mai bune decizii în vederea optimizării procesului de gestiune a deșeurilor la nivel local.

5.1 Compoziția deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca

Studiul a fost realizat în perioada iunie 2014 – mai 2015 și a evidențiat că deșeurile menajere și asimilabile cu acestea generate în municipiul Cluj-Napoca sunt majoritar compuse din deșeuri organice, reprezentate de deșeuri alimentare (30 – 40%), deșeuri vegetale, resturi de grădină, urmate de hârtie și plastic (**Figura 3, Figura 4 și Figura 5**) (Pop et al., 2015d).

Se menționează că rezultatele studiului sunt reprezentative pentru deșeurile care practic ajung în sectorul formal de gestiune a deșeurilor, nu și pentru acelea care sunt preluate de sectorul informal. Activitatea sectorului informal de reciclare alterează rezultatele, în sensul diminuării procentajului deșeurilor reciclabile, având în vedere că o cantitate considerabilă din acestea se reciclează prin intermediul sectorului informal (Scheinberg et al., 2010).

Compoziția fracției umede din deșeurile menajere pe categorii de generatori

În **Figura 3 și Figura 4** se poate observa că există o compoziție a deșeurilor similară între fracția umedă a deșeurilor generată de populația din zonele rezidențiale cu blocuri și cea generată de populația din zonele rezidențiale cu case. Astfel, se poate observa că fracția umedă a deșeurilor este compusă dintr-un procentaj considerabil de deșeuri organice (50-58%) urmată de deșeuri de plastic, deșeuri de hârtie și alte deșeuri.

Deșeurile asimilabile cu cele menajere generate de agenți economici (restaurante, magazine, instituții, birouri etc.) conțin un procentaj mai mare de deșeuri reciclabile și mai puține deșeuri organice decât deșeurile menajere generate de populație (**Figura 5**). Aceasta indică faptul că deșeurile generate de agenți economici au un mare potențial de reciclare sau,

cel puțin, de valorificare energetică, prin aceste opțiuni reducându-se cantitatea de deșeuri depozitate.

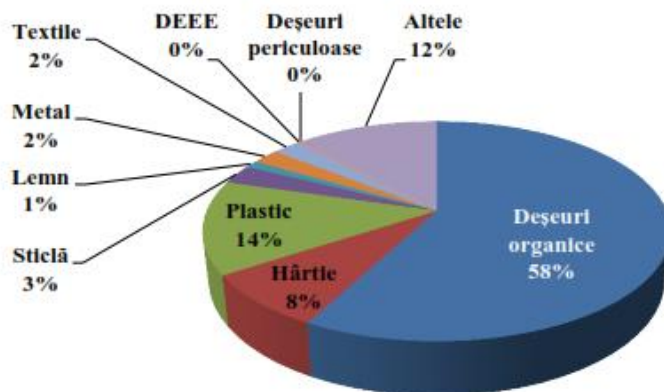


Figura 3 Compoziția fracției umede a deșeurilor menajere generate de populația din zonele rezidențiale cu blocuri (Pop et al., 2015d)

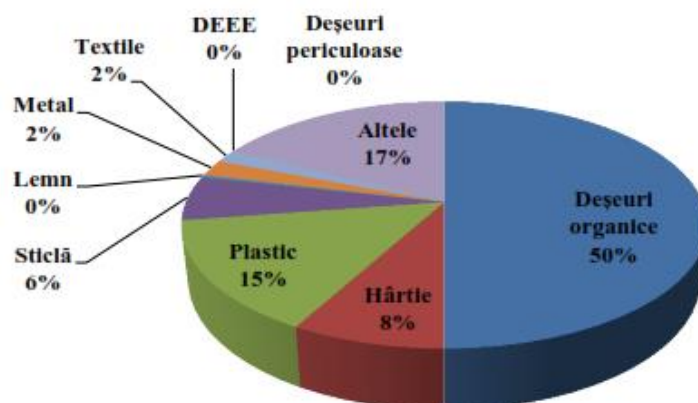


Figura 4 Compoziția fracției umede a deșeurilor menajere generate de populația din zonele rezidențiale cu case (Pop et al., 2015d)

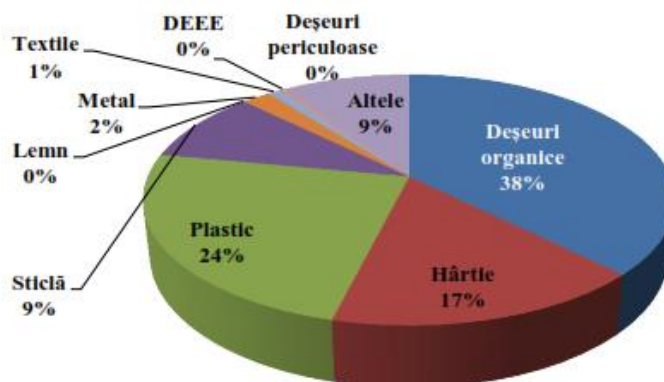


Figura 5 Compoziția fracției umede a deșeurilor similare cu cele menajere generate de agenți economici (Pop et al., 2015d)

Compoziția deșeurilor menajere pe fracții

Per ansamblu, din cantitatea totală de deșuri destinate depozitării, 50% are potențial de valorificare prin compostare și >37% ar putea fi reciclată (**Figura 6**). Cu toate acestea, sectorul informal are acces la deșeurile depozitate, iar prin sortarea celor reciclabile și predarea lor către colectori, contribuie astfel la reducerea cantității deșeurilor depozitate.

Trebuie adoptate noi strategii de reducere a cantității de deșuri depozitate și de creștere a gradului de reciclare și valorificare a acestora, iar rezultatele studiului de compoziție pot fi luate în considerare în procesul de planificare.

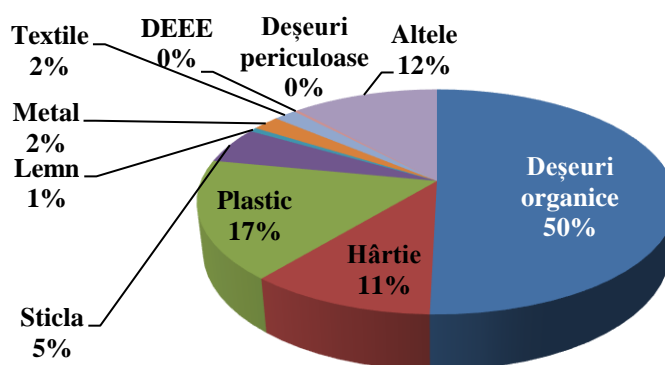


Figura 6 Compoziția fracției umede a deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca (Pop et al., 2015d)

Colectarea separată a deșeurilor pe două fracții este un sistem care funcționează doar într-un grad redus în municipiul Cluj-Napoca, cu preponderență în cazul populației din zone cu case și în cazul unui număr restrâns de agenți economici. Faptul că deșeurile nu sunt colectate separat în mod corespunzător la sursă este evidențiat în **Figura 6** și în **Figura 7**, care ilustrează compoziția celor două fracții.

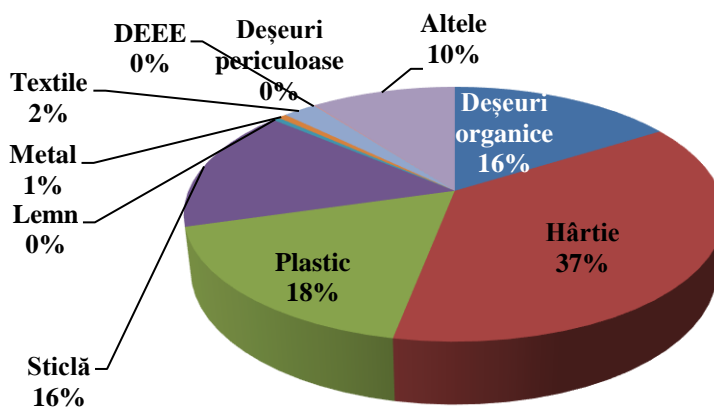


Figura 7 Compoziția fracției uscate a deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca (Pop et al., 2015d)

Analiza statistică a datelor studiului de compoziție a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca

Valorile rezultate în urma aplicării *testului hi pătrat* pe datele aferente cantităților prelevate pe sezoane – $\chi^2= 1586,98$, tipuri de generatori – $\chi^2= 677,74$ și fracții de deșeuri – $\chi^2=2187,87$, indică un comportament preferențial al compoziției deșeurilor menajere în funcție de acești factori. Astfel, după tipul fracțiilor, care impune categoric cea mai puternică influență asupra compoziției deșeurilor, anotimpurile sunt cele care au cea mai mare influență asupra compoziției deșeurilor, urmată de tipul de generatori.

Deviația standard (sau abaterea medie pătratică) pentru valorile compoziției medii a deșeurilor a indică faptul că mediile compoziției deșeurilor pe diferitele categorii de generatori, pe anotimpuri și fracții sunt reprezentative.

Intervalul de încredere al mediilor compoziției deșeurilor pe categorii de generatori, fracții de deșeuri și anotimpuri, pentru un nivel de încredere de 95%, nu are valori mari, ceea ce înseamnă că mediile compoziției deșeurilor generate în diferite sezoane, de diferite tipuri de generatori și pe cele 2 fracții sunt reprezentative. Cu toate acestea, se observă situații în care acest interval este mai mare decât media, ca de exemplu în cazul procentajului de lemn, textile și DEEE (deșeuri de echipamente electrice și electronice).

Astfel, se poate observa că pentru obținerea unor rezultate cu o precizie mai mare pentru elementele cu o preponderență mai mică în cadrul compoziției deșeurilor este nevoie de un număr mai mare de probe, ceea ce confirmă teoria lui [Klee și Carruth, 1970](#) (în [Worrell & Vesilind, 2002](#), p. 40).

5.2 Indicele de generare a deșeurilor

Cantitatea și compoziția deșeurilor menajere generate de populație depinde de mai mulți factori: socio-economici, demografici, structura rezidențială, climatici, ([Comisia Europeană, 2004](#); [Rusu, 2012](#); [Parfitt et al., 2013](#), [Thitame et al., 2010](#)). Astfel, datele bibliografice au indicat un interval destul de larg al ratei de generare a deșeurilor, aspecte detaliate în teza de doctorat.

Ca urmare a calculelor realizate conform metodologiei prezentate în capitolul anterior, în Cluj-Napoca s-a estimat un indice de generare a deșeurilor menajere de $0,87 \text{ kg/loc} \cdot \text{zi} \pm 0,21$. Acesta este similar cu indicele de generare a deșeurilor în valoare de $0,8 \text{ kg/locuitor} \cdot \text{zi}$, estimat în cadrul Hotărârii de Consiliu Local nr. 152/2009, care aprobă Caietul de sarcini privind

concesionarea serviciului public de salubritate menajeră în municipiul Cluj-Napoca (HCL 152/23.03.2009); în contextul hotărârii, indicele de generare a deșeurilor era utilizat pentru stabilirea numărului de recipiente pentru precolectarea și colectarea deșeurilor și pentru stabilirea necesarului de mijloace de transport al deșeurilor.

Comparând valoarea indicelui în cele două sezoane s-a constatat că acesta este mai mare în sezonul cald (1,039 kg/persoană·zi ± 0,165) față de sezonul rece (0,703 kg/persoană·zi ± 0,054), fapt datorat în principal tipului de alimentație.

Tabelul 5 Indicele de generare a deșeurilor menajere în municipiul Cluj-Napoca (sezonul rece)

DATA	08.02.16	20.02.16	21.02.16	10.02.16	28.03.16	Media	Deviația standard
Sector	6	4	5	2	4		
Cantitate colectată /sector (kg)	7520	5640	7640	8900	6560		
Indice de generare estimat (kg/locuitor·zi)	0,656	0,665	0,656	0,762	0,774	0,703	± 0,054

Tabelul 6 Indicele de generare a deșeurilor menajere în municipiul Cluj-Napoca (sezonul cald)

DATA	18.08.16	19.08.16	20.08.16	20.08.16	21.08.16	Media	Deviația standard
Sector	3	3	3	6	6		
Cantitate colectată /sector (kg)	5683	5654	5629	10370	11455		
Indice de generare estimat (kg/locuitor·zi)	1,179	0,927	1,283	0,966	0,840	1,039	± 0,165

Comparativ cu datele medii la nivelul României, valoarea mai ridicată a indicelui de generare a deșeurilor identificată pentru Cluj-Napoca se explică prin faptul că acesta din urmă este unul din cele mai dezvoltate orașe din România, fapt care duce și la un grad mai ridicat de generare a deșeurilor. Mai mult decât atât, se poate preconiza că acest indice de generare a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca să crească progresiv în următorii ani.

5.3 Densitatea deșeurilor

Rezultatele studiului de identificare a densității deșeurilor necompactate generate în municipiul Cluj-Napoca în sezonul rece și în sezonul cald sunt prezentate în **Tabelul 7** (Pop et al., 2016b), respectiv **Tabelul 8**.

Determinările au fost aplicate pe fracția umedă a deșeurilor, care, în cazul majorității populației care locuiește în zone rezidențiale de blocuri, este amestecată cu fracția uscată. Cu toate acestea, pot fi cazuri în care, din această fracție să fi fost extrase deșeuri reciclabile cu valoare economică, de către sectorul informal.

Tabelul 7 Rezultatele campaniei de identificare a densității deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca în sezonul rece (Pop et al., 2016b).

Data	08.02.16	10.02.16	10.02.16	20.02.16	21.02.16	28.03.16	Medie	Deviația standard
Deșeu colectat (m ³)	77,33	63,57	32,29	67,10	75,12	88,04	67,24	±17,47
Deșeu colectat (kg)	7520	6420	2680	5640	7640	6560	6076,67	±1663,67
Densitatea specifică a deșeurilor (kg/m ³)	97,25	100,99	82,99	84,05	101,70	74,51	90,25	±10,28

Tabelul 8 Rezultatele campaniei de identificare a densității deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca în sezonul cald

Data	18.08.16	19.08.16	20.08.16	20.08.16	21.08.16	Medie	Deviația standard
Deșeu colectat (m ³)	58,346	49,252	57,764	84,944	81,538	66,37	±14,19
Deșeu colectat (kg)	6700	5240	7220	10020	9620	7760	±1807,36
Densitatea specifică a deșeurilor (kg/m ³)	114,8	106,4	125,0	118,0	118,0	116,44	±6,03

Rezultatele studiului indică o densitate a deșeurilor necompactate cuprinsă între 74,5 și 101,7 kg/m³, cu o valoare medie de 90,25 kg/m³ ±10,28 în sezonul rece și valori cuprinse între 106 și 125 kg/m³, cu o valoare medie de 116,44 kg/m³ ±6,03 în sezonul cald. Diferența dintre obiceiurile alimentare din sezonul rece față de sezonul cald, când se consumă mai multe legume și fructe, se poate observa și în diferența de densitate dintre cele două perioade. Astfel, în sezonul cald densitatea deșeurilor este mai mare decât în sezonul rece, datorită prezenței deșeurilor organice mai dense, în procentaj mai ridicat.

Cu toate acestea, diferența între cele două seturi de determinări nu este foarte mare, iar rezultatele indică o compoziție a deșeurilor cu un conținut mare de deșeuri de ambalaje

voluminoase, dar ușoare, cum sunt de exemplu hârtia/cartonul și ambalajele de plastic. Acest fapt indică un potențial de reciclare considerabil al deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca, mai ales în cazul în care sunt colectate separat (Pop et al., 2016b).

În urma analizării datelor existente în bibliografie, s-a constatat că există diferențe semnificative între diferite surse care indică densitatea deșeurilor menajere necompactate generate în municipiul Cluj-Napoca (Pop et al., 2016b).

Datorită procentajului ridicat de deșeuri biodegradabile, vegetale și animale, dar și a umidității ridicate a acestora, deșeurile generate în România au densități relativ mari, cuprinse între 300 și 350 kg/m³.

Rezultatele studiului în ceea ce privește densitatea deșeurilor susțin rezultatele cu privire la compoziția deșeurilor, ambele indicând o concentrație ridicată a deșeurilor de ambalaje în cadrul deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca. Densitatea deșeurilor determinată în cazul deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca indică o valoare redusă a densității în comparație cu unele rezultate din cadrul unor studii similare, însă există cazuri care indică valori asemănătoare (Pop et al., 2016b).

5.4 Puterea calorifică inferioară a deșeurilor

O putere calorifică mai mare indică o putere de ardere a deșeurilor cu o cantitate mai mică de combustibil adițional (JICA, 2005).

Puterea calorifică depinde în mare măsură de umiditatea deșeurilor și, implicit, de compoziția acestora. Astfel, în funcție de nivelul economic al populației, în general deșeurile pot avea proprietățile din **Tabelul 9**.

Tabelul 9 Proprietăți ale deșeurilor în funcție de nivelul economic al populației (Cointreau-Levine, 1994)

Proprietăți /nivel economic	Nivel economic scăzut	Nivel economic mediu	Nivel economic ridicat
Umiditate (%)	40-80	40-60	20-30
Densitatea ocupată la transport (kg/m ³)	250-500	170-330	100-170
Puterea calorifică minimă (kcal/kg)	800-1000	1000-1300	1500-2700

Pentru deșeurile generate în municipiul Cluj-Napoca Puterea Calorifică Netă este de 1330 kcal/kg (echivalent cu 5,56 MJ sau 5568 KJ) (PCN: $40(11+2+1+50) + 90 \times 17 - 46 \times 60 = 1330$ kcal/kg), care, conform **Tabelul 9**, corespunde unor generatori cu un nivel economic mediu spre ridicat, specific și majorității populației din municipiul Cluj-Napoca.

Incinerarea deșeurilor fără adaos de combustibil este posibilă la o putere calorifică inferioară a deșeurilor > 1000 kcal/kg, iar procesul de incinerare a deșeurilor cu recuperare de energie are nevoie de o putere calorifică inferioară cuprinsă între 1500 și 1650 kcal/kg (Zurbrügg, 2016).

Mai mult decât atât, un Ghid pentru Incinerarea Deșeurilor Municipale Solide, elaborat de Banca Internațională pentru Reconstrucție și Dezvoltare (1999) indică mai multe criterii care trebuie îndeplinite pentru aplicabilitatea procesului de incinerare a deșeurilor, printre care și o valoare a puterii calorifice inferioare a deșeurilor de cel puțin 7 MJ/kg și care nu trebuie să scadă în niciun sezon sub valoarea de 6 MJ/kg.

Astfel, având în vedere aceste considerente, precum și valoarea puterii calorifice inferioare a deșeurilor identificate pentru deșeurile generate în municipiul Cluj-Napoca, se poate constata că, în lipsa unei sortări prealabile, acestea nu pot fi gestionate prin incinerare. Cu toate acestea, dacă vorbim de fracții de deșeuri, în afara celor organice, acestea pot fi incinerate având în vedere puterea calorifică inferioară.

În cazul în care puterea calorifică a deșeurilor este redusă și umiditatea este mai ridicată, soluția optimă de tratarea a deșeurilor este compostarea sau digestia anaerobă (Yousuf & Rahman, 2007), aceasta fiind și soluția care se consideră a fi mai potrivită pentru gestiunea deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca având în vedere caracteristicile acestora.

5.5 Evaluarea atitudinii și a comportamentului populației cu privire la colectarea separată a deșeurilor

Având în vedere faptul că succesul unui sistem de gestiune a deșeurilor menajere depinde în mare parte de comportamentul generatorilor, un aspect important în sensul optimizării sistemului îl reprezintă încercarea de modelare a comportamentului acestora spre unul responsabil, în concordanță cu principiile de protecție a mediului. Astfel, un prim pas în acest context îl reprezintă *identificarea conexiunii dintre obiceiurile populației, indicele de generare a deșeurilor și compoziția deșeurilor*. Ar fi deosebit de interesant de urmărit care sunt factorii care ar orienta generatorii spre un comportament în scopul prevenirii formării deșeurilor, reutilizării și pre-colectării separate în vederea reciclării deșeurilor.

Datele rezultate în urma anchetei au fost publicate de Pop et al. (2015c). Acestea au fost analizate în scopul investigării următoarelor: gradul de conștientizare a populației cu privire la colectarea separată a deșeurilor, opinia populației referitoare la infrastructura de colectare a deșeurilor și sistemul actual de colectare, respectiv comportamentul populației în acest sector și factorii care determină acest comportament.

5.5.1 Gradul de conștientizare a populației cu privire la colectarea separată a deșeurilor

Răspunsurile indică faptul că un procentaj de 99% cunosc înțelesul colectării separate a deșeurilor (**Figura 8.a**) (Pop et al. 2015c).

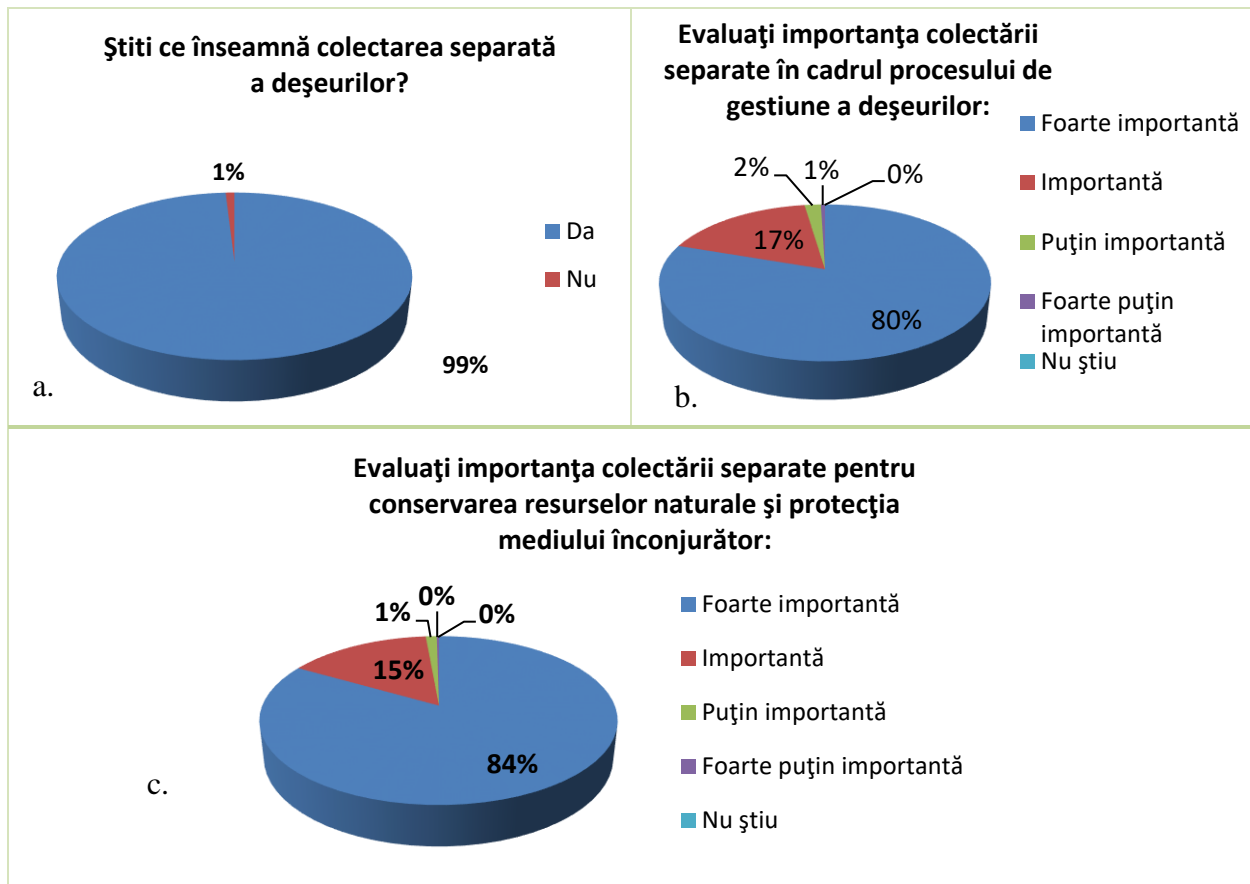


Figura 8 Gradul de conștientizare a respondenților privind colectarea separată a deșeurilor (Pop et al., 2015c)

Răspunsurile indică un grad ridicat de conștientizare a respondenților cu privire la importanța colectării separate pentru procesul de gestiune a deșeurilor (**Figura 8 b.**) și pentru protecția mediului (**Figura 8 c.**) (Pop et al. 2015c).

Cu toate acestea, după cum s-a observat și în alte studii (ex. De Feo & De Gisi, 2010), cunoașterea regulilor și conștientizarea aspectelor de protecția mediului care derivă din procesul de colectare separată a deșeurilor nu se traduc în mod obligatoriu în acțiuni corespunzătoare din partea generatorilor de deșeuri.

5.5.2 Aspecte referitoare la infrastructura de colectare a deșeurilor

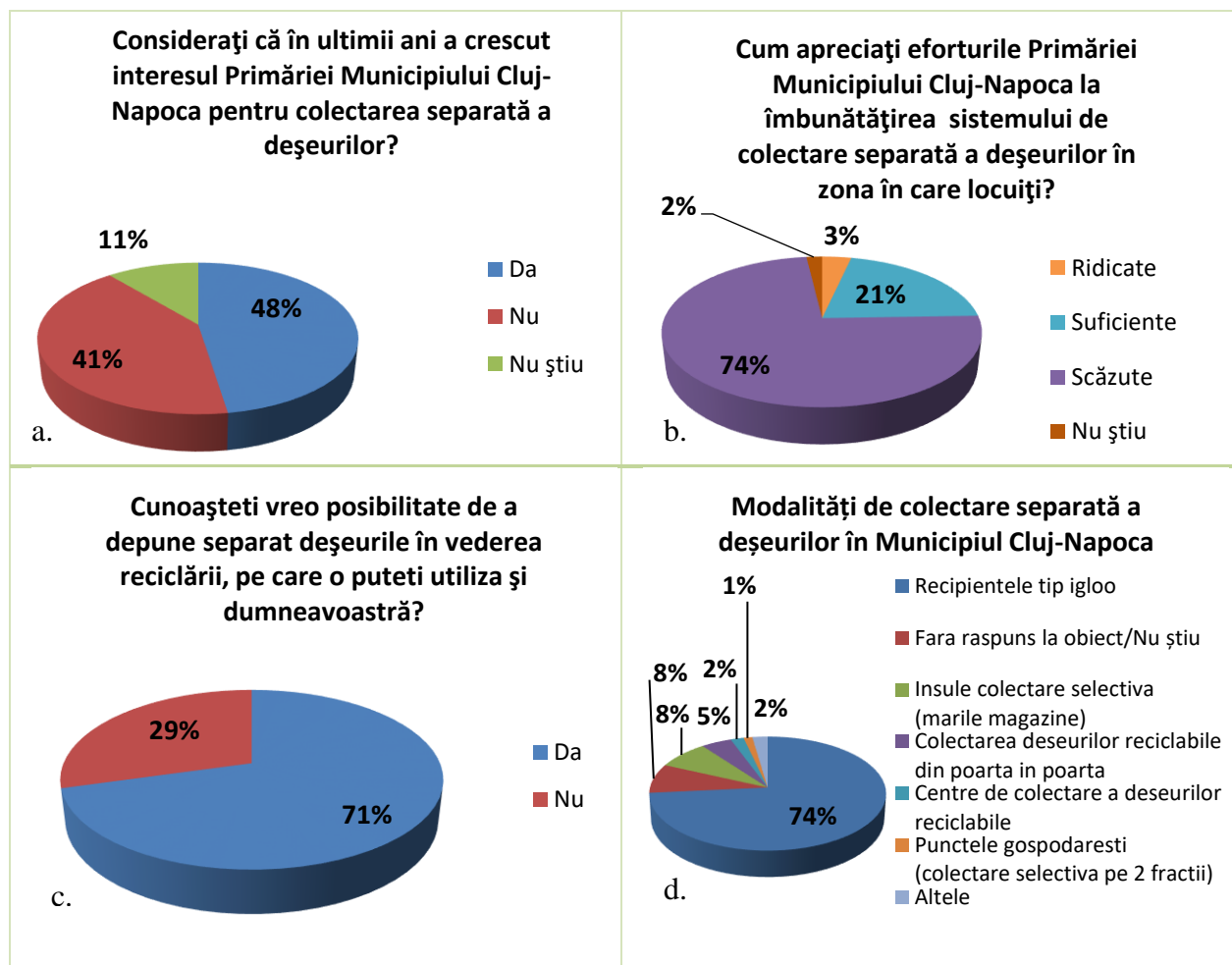


Figura 9 Opinia respondenților cu privire la sistemul de colectare separată a deșeurilor (Pop et al., 2015c)

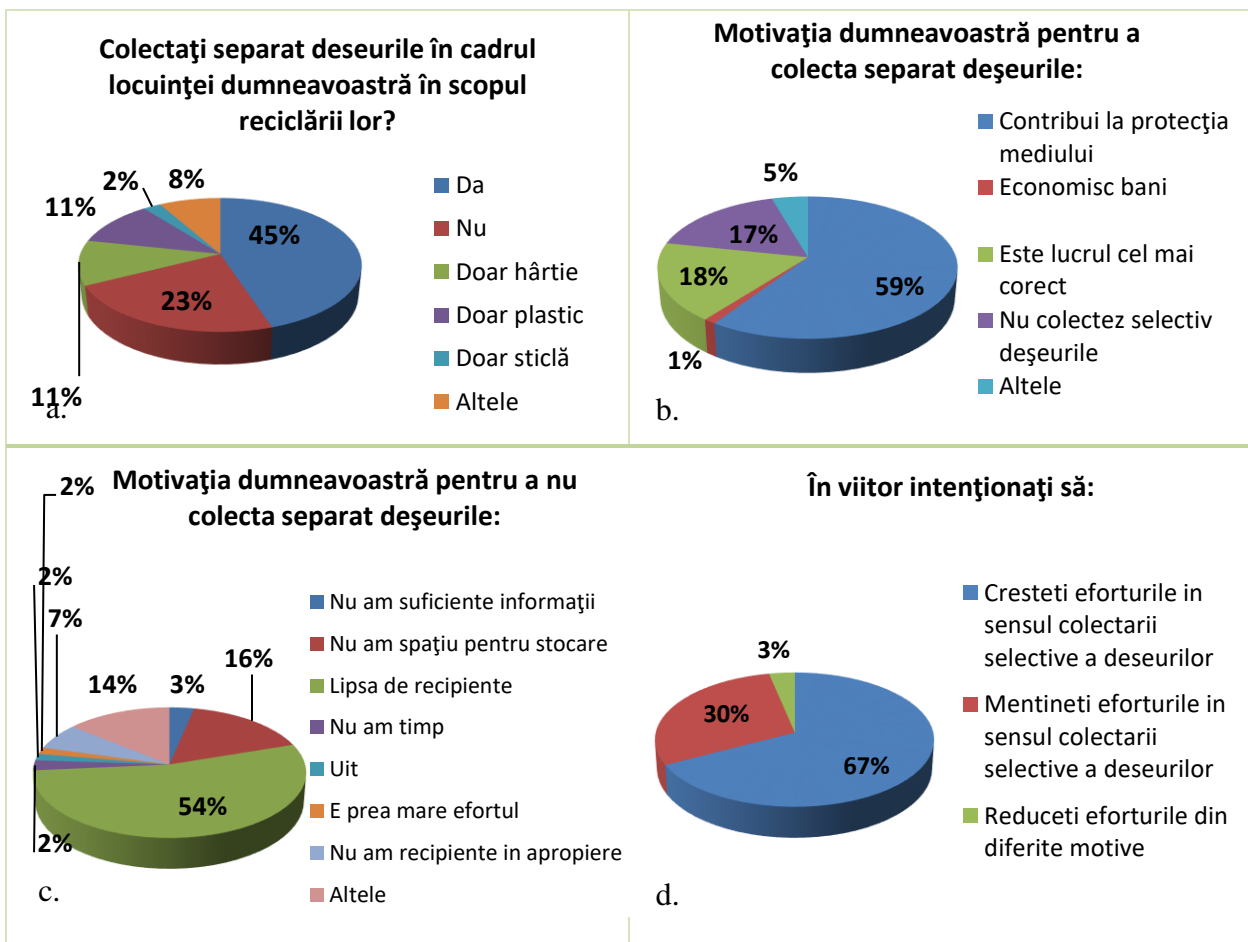
Respondenților li s-a cerut opinia cu privire la actualul sistem de colectare separată a deșeurilor implementat în municipiul Cluj-Napoca. Mai puțin de jumătate dintre respondenți au afirmat că, în opinia lor, interesul autorităților locale pentru gestiunea deșeurilor a crescut în ultimii ani și au evaluat acțiunile întreprinse de autoritățile locale în acest domeniu ca fiind scăzute (**Figura 9a, Figura 9b.**) (Pop et al. 2015c).

După cum se poate observa din **Figura 9.c**, majoritatea respondenților cunosc cel puțin o posibilitate de colectare separată a deșeurilor în municipiul Cluj-Napoca. Cu toate acestea, chiar dacă în municipiul Cluj-Napoca este implementat sistemul de colectare supranumit „din poartă în poartă”, cel puțin în zona de case, 73% dintre respondenți indică posibilitatea colectării separate prin recipientele de tip *iglu* amplasate pe domeniul public (**Figura 9.d**) (Pop et al. 2015c).

Proporția cea mai mare a respondenților care apreciază eforturile autorităților locale ca fiind scăzute este constituită din cei care locuiesc în zona centrală, urmați de cei din cartierele Gheorgheni și Zorilor. În plus, s-a constatat că procentajul cel mai ridicat al respondenților mulțumiți de eforturile Primăriei în ceea ce privește colectarea separată a deșeurilor se regăsește în cartierele Plopilor, Bună Ziua și Gruia.

Majoritatea respondenților propun creșterea numărului de recipiente de colectare a deșeurilor amplasate în spații publice și creșterea numărului campaniilor de informare, educare și conștientizare privind colectarea separată a deșeurilor drept cele mai bune măsuri de îmbunătățire a sistemului. Acestea pot fi luate în calcul de către autoritățile locale în sensul îmbunătățirii sistemului. Se precizează că sunt mai multe răspunsuri decât numărul respondenților, fiindcă întrebarea a fost deschisă, fără limită de mențiuni, pentru ca aceștia să aibă posibilitatea de a oferi mai multe sugestii.

5.5.3 Comportamentul cu privire la colectarea separată a deșeurilor și factorii care îl determină



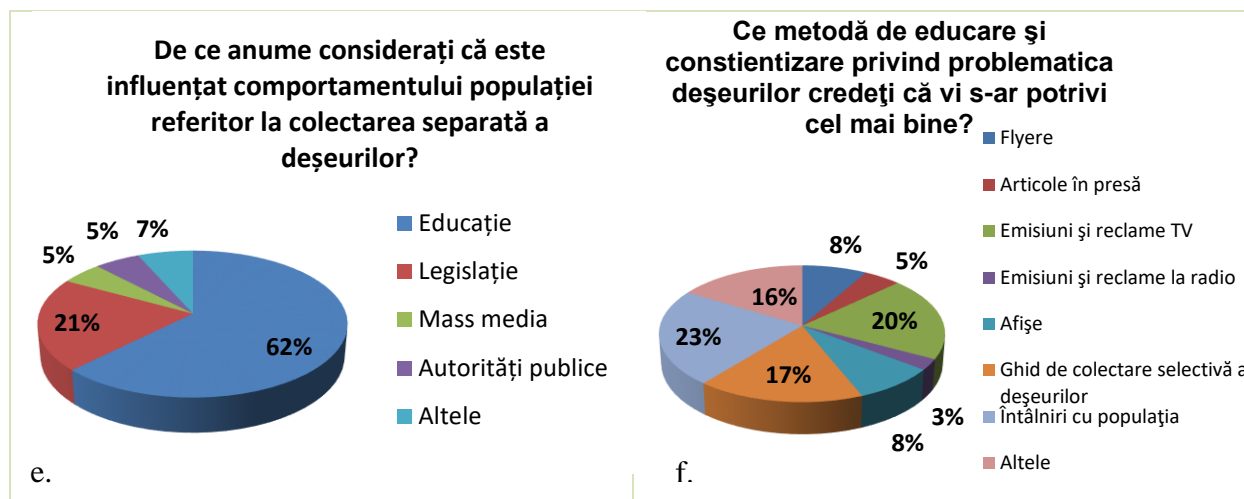


Figura 10 Comportamentul prezent și viitor cu privire la colectarea separată a deșeurilor (Pop et al., 2015c)

Conform răspunsurilor, mai mult de 78% dintre respondenți susțin că au un comportament adecvat cu privire la colectarea separată a deșeurilor și doar 22,6% declară că nu colectează separat deșeurile (**Figura 10a**) (Pop et al. 2015c). Această discrepanță între atitudinea declarată cu privire la colectarea separată și comportamentul efectiv a fost de asemenea identificată în cadrul altor studii similare (ex. Omran & Schiopu, 2015). Este, însă, de menționat, că 67% dintre respondenți declară că intenționează să crească eforturile depuse în acest sens (**Figura 10d**).

Figura 10b prezintă factorii care au fost identificați de respondenți ca determinând un comportament *pro-environmental*, printre care se numără și protecția mediului și economisirea banilor. În schimb, principala barieră împotriva colectării separate este identificată ca fiind infrastructura de colectare separată a deșeurilor, considerată ca fiind insuficientă (**Figura 10c**) (Pop et al. 2015c).

Educația este considerată a fi principalul factor care influențează comportamentul cu privire la colectarea separată, urmată de obligativitate legislativă (**Figura 10e**). În acest context, respondenții au selectat mai multe metode educaționale care s-ar potrivi pentru conștientizarea populației, în topul preferințelor situându-se întâlnirile cu populația, emisiuni și reclame tv, respectiv existența unui ghid de colectare separată a deșeurilor (**Figura 10f**) (Pop et al. 2015c).

În **Tabelul 10** sunt expuse posibilele motive care ar putea să îi determine pe generatorii de deșuri să reducă eforturile depuse în sensul colectării separate a deșeurilor.

Tabelul 10 Motive de reducere a eforturilor pentru colectarea separată a deșeurilor după cum sunt percepute de respondenți (Pop et al., 2015c)

Motive care ar determina generatorul de deșeuri să reducă eforturile depuse pentru colectarea separată a deșeurilor	Nr. de răspunsuri
Dacă deșeurile s-ar amesteca, și nu s-ar recicla	37
Lipsa recipientelor de colectare	22
Distanța față de recipientele de colectare separată	6
Lipsa de interes a autorităților și a operatorilor de salubritate	6
Necolectarea acestora de către firme specializate	4
Nu e cazul/Nu am motive	51
Altele	7

Pentru a crește numărul persoanelor care colectează separat deșeurile e nevoie de creșterea gradului de conștientizare a acestora prin promovarea sistemului public de gestiune a deșeurilor într-un mod transparent, astfel încât populația să înțeleagă circuitul fracției uscate a deșeurilor până la stadiul de reciclare a acestora. Studiul indică faptul că aceste campanii adresate generatorilor trebuie să ofere informații privind tipul materialelor concrete care se pot recicla și trebuie să trateze în mod transparent fiecare etapă a procesului de gestiune a deșeurilor. Având în vedere că există un grad destul de scăzut de satisfacție a populației față de sistemul de colectare, trebuie luate măsuri de îmbunătățire al acestuia, în principal în ceea ce privește numărul de recipiente de colectare a fracției uscate a deșeurilor.

Se consideră că, pe viitor, va crește gradul de colectare separată a deșeurilor, având în vedere că, începând cu anul 2017, autoritatea publică a inițiat procesul de amenajare a unui număr de 100 de puncte subterane de colectare separată a deșeurilor în zonele rezidențiale cu blocuri (HCL 11/2017). Prin acest sistem se vor rezolva mai multe probleme, ca de exemplu: lipsa de spațiu din cazul recipientelor de colectare a fracției uscate a deșeurilor de tip *iglu*, restricționarea accesului la deșeuri al reprezentanților sectorului informal, probleme de ordin estetic și olfactiv. Sistemul de colectare subteran oferă astfel o mai mare vizibilitate a etichetelor tipurilor de deșeuri aferente fiecărui recipient, comparativ cu cel actual, fapt care poate facilita procesul de colectare separată, împreună cu ideea de noutate a sistemului.

5.6 Evaluarea ciclului de viață aplicată sistemului de gestiune a deșeurilor

5.6.1 Evaluarea ciclului de viață aplicată proceselor de colectare și transport a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca

Evaluarea impactului ciclului de viață aplicat pe procesele de colectare și transport a deșeurilor prin metoda CML-Normalisation indică faptul că cea mai mare amprentă a scenariilor analizate se manifestă asupra: ecotoxicității apelor marine, urmat de încălzirea

globală și potențialul de acidifiere; scenariile studiate au cel mai redus impact asupra următoarelor clase de impact: diminuarea resurselor abiotice și diminuarea stratului de ozon (**Figura 11**) (Pop et al., 2016a).

Analiza efectuată de Pop et al. (2016a) indică faptul că scenariul de colectare și transport favorabil din punctul de vedere al protecției mediului este Scenariul 1, fapt care poate fi observat în **Figura 11**. În cadrul acestui scenariu s-a regăsit colectarea separată a deșeurilor, transportul acestora pe două fracții și un grad de reciclare de 35% din totalul deșeurilor generate (Pop et al., 2016a).

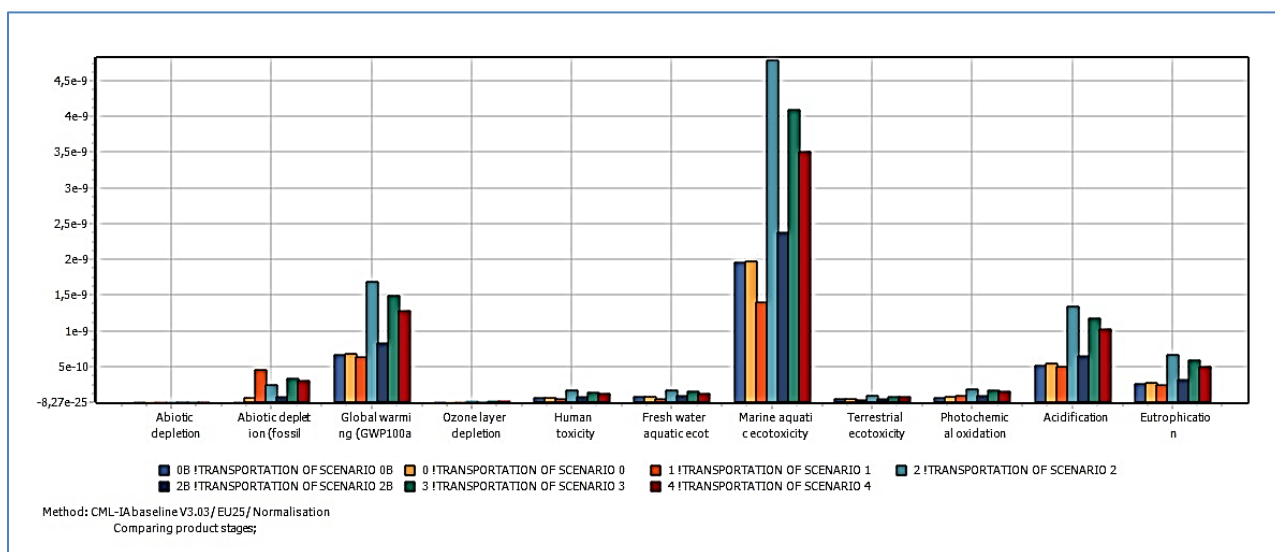


Figura 11 Evaluarea Impactului Ciclului de Viață al procesului de transport al deșeurilor din cadrul scenariilor modelate cu metoda CML – Normalisation (SimaPro8) (Pop et al., 2016a)

McDougall et al. (2001) susține, de asemenea, că transportul separat al deșeurilor prin utilizarea mai multor mașini la aceeași adresă crește impactul asupra mediului din pricina emisiilor utilajului de colectare, iar soluțiile întrevăzute sunt următoarele: (1) utilizarea în colectarea separată a deșeurilor a unui utilaj multi-compartimentat, soluție adoptată în Worthing, Marea Britanie sau (2) colectarea deșeurilor cu același utilaj, necompartimentat, însă diferitele tipuri de deșeuri să fie precolectate în saci de culori diferite și sortate ulterior, soluție adoptată în Omaha, Nebraska (Pop et al., 2016a).

Conform McDougall et al. (2001) eficiența economică, dar și reducerea impactului asupra mediului se obține prin diminuarea lungimii rutelor de transport. Astfel, una dintre cele mai importante metode de reducere a impactului în cadrul procesului de gestiune a deșeurilor este reducerea distanței de transport al deșeurilor până la reciclatori. Ar trebui, în acest sens, încurajat demersul investitorilor pe plan local, astfel încât aceștia să aibă susținerea autorităților locale în dezvoltarea unor facilități de reciclare a deșeurilor (Pop et al., 2016a).

5.6.2 Evaluarea ciclului de viață aplicată sistemului de gestiune a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca

În ceea ce privește colectarea și transportul, scenariul favorabil din punctul de vedere al protecției mediului este cel în care acestea se realizează pe două fracții, aspecte regăsite în Scenariul 1 (Pop et al., 2016a). Cu toate acestea, în cazul analizării întregului proces de gestiune a deșeurilor, se ilustrează că Scenariul 4 este scenariul optim din punctul de vedere al impactului asupra factorilor de mediu luați în calcul, fapt care se poate observa în **Figura 12**, dar și în **Figura 13**.

În cazul categoriilor de impact din **Figura 12** s-a constatat că impactul cel mai ridicat se manifestă prin schimbări climatice, formare de particule materiale și eutrofizarea apelor; Modelarea cu metoda *ReCiPe - Weighting* indică faptul că cel mai mare impact se observă asupra sănătății umane, iar cel mai redus asupra resurselor naturale.

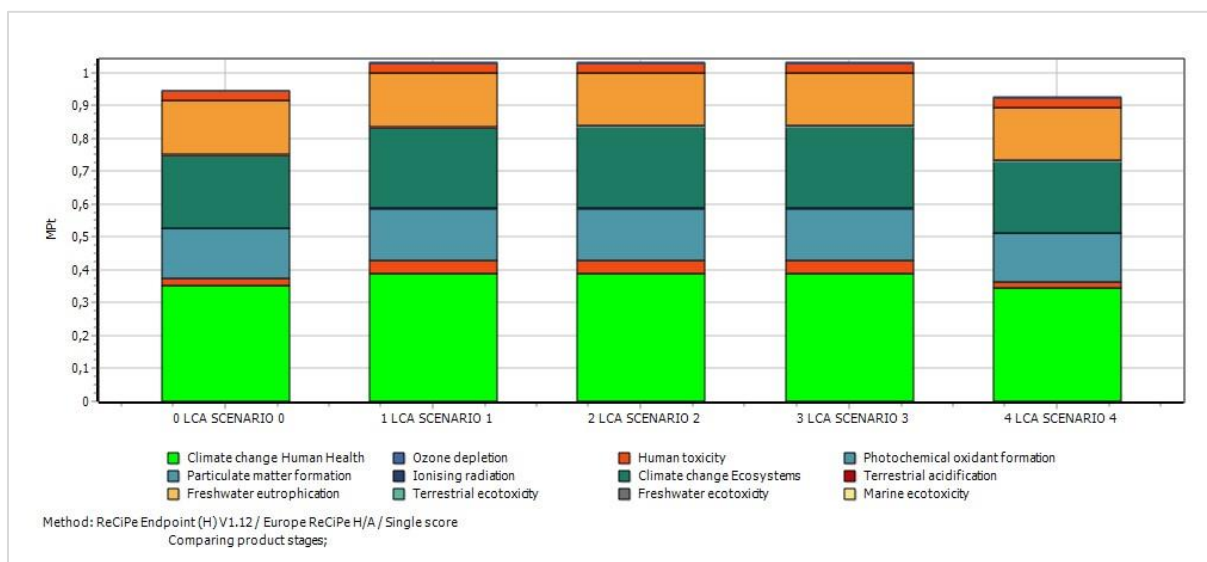


Figura 12 Evaluarea Impactului Ciclului de Viață al procesului de gestiune a deșeurilor din cadrul scenariilor 0,1,2,3, și 4, modelate cu metoda *ReCiPe - Single Score (SimaPro8)*

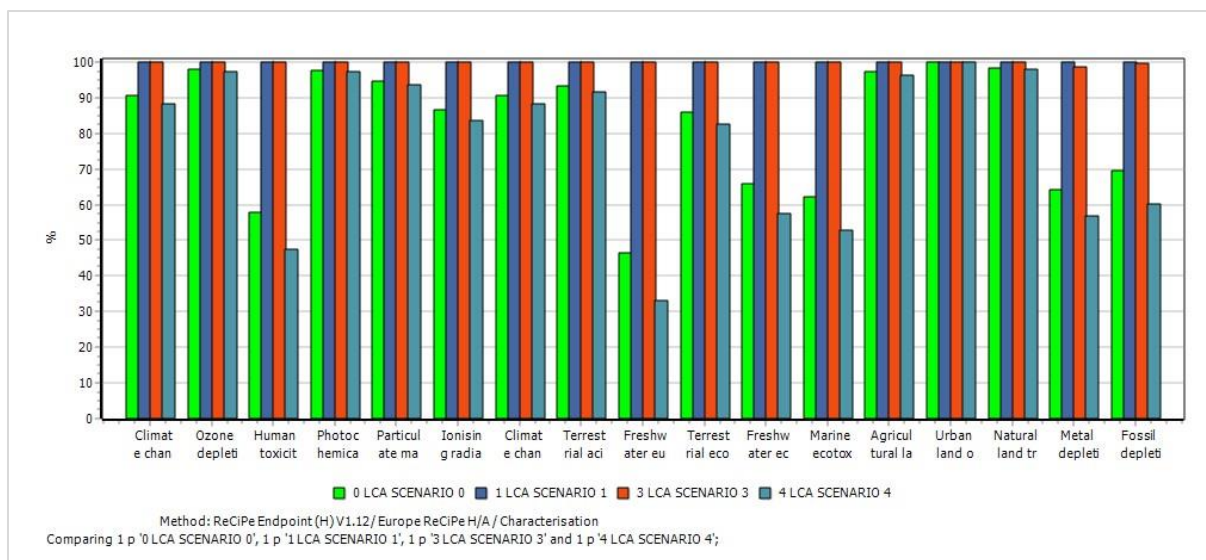


Figura 13 Evaluarea Impactului Ciclului de Viață al procesului de gestiune a deșeurilor din cadrul scenariilor modelate cu metoda ReCiPe – *Characterization (SimaPro8)*

Având în vedere impactul procesului de reciclare asupra mediului, comparativ cu al altor procese de tratare a deșeurilor, așteptarea era ca scenariul cu cel mai redus impact să fie scenariul cu cel mai mare grad de reciclare a deșeurilor. Cu toate acestea, studiul a indicat că scenariul cu caracteristicile menționate mai sus ar avea cel mai mare impact asupra mediului. Acest aspect poate însemna că energia utilizată în procesul de reciclare, precum și emisiile din transportul la o distanță de 340 – 570 km au un procentaj considerabil în impactul generat în cadrul acestui scenariu.

În mod similar, și alte studii care au analizat impactul gestiunii deșeurilor în orașe cu ajutorul metodei evaluării ciclului de viață au concluzionat că emisiile din transportul deșeurilor, urmate de emisiile generate de depozitul de deșeuri determină cel mai mare impact asupra mediului în cadrul procesului de gestiune a deșeurilor (Mancini et al., 2016; Paes et al., 2014; Bovea et al., 2010).

Astfel, se poate explica motivul pentru care situația prezentă (ilustrată în cadrul Scenariului 0), în care deșeurile transportate spre reciclare la o distanță de 340- 570 km și care reprezintă doar 6% din totalul deșeurilor colectate, determină un impact mai redus decât scenariile cu un grad mai mare de reciclare. Se constată astfel că, cel puțin din punctul de vedere al impactului asupra mediului, prezentul proces de gestiune a deșeurilor din municipiul Cluj-Napoca nu este cel mai nefavorabil dintre cele analizate, cel puțin dacă nu se ia în calcul neîndeplinirea țintelor de reciclare. Se menționează, de asemenea, că, din lipsa de date cu privire la depozitul temporar care se folosește în prezent la Cluj-Napoca, atât în simularea situației prezente, cât și în restul scenariilor, studiul de evaluare a ciclului de viață în cadrul gestiunii

deșeurilor a utilizat date cu privire la un depozit din baza de date Ecoinvent, disponibilă în softul SimaPro; depozitul temporar existent în Cluj-Napoca nu este unul ecologic, ci doar o platformă temporară, betonată, în timp ce varianta de depozit disponibilă în baza de date, considerată ca fiind cea mai bună alternativă și utilizată în modelare, este tot un depozit de deșeuri municipale netratate, însă este prevăzută cu colectare de gaz și levigat. Astfel, și acest aspect ar fi putut contribui la impactul redus asupra mediului, generat de Scenariul 0, prin care s-a încercat simularea prezentului sistem de gestiune a deșeurilor din Cluj Napoca.

Cu toate că depozitul utilizat în simulări are caracteristici care îl fac superior din punctul de vedere al impactului asupra mediului față de cel care se folosește în anul 2017 în municipiul Cluj-Napoca, analiza tip arbore pentru Scenariul 1 (ca exemplu) indică faptul că cel mai mare impact asupra mediului se datorează procesului de depozitare. Depozitarea deșeurilor este considerată alternativa cea mai puțin acceptabilă dintre alternativele de gestiune a deșeurilor și de către alte studii de evaluare a ciclului de viață, datorită impactului negativ asupra mediului (Manfredi et al., 2011b, Abeliotis, 2011; Pecora et al., 2012, Laurent et al., 2014b etc.).

Similar concluziilor altor studii, impactul datorat depozitării este considerabil mai ridicat decât în cazul reciclării deșeurilor. Cu toate acestea, în comparație cu rezultatele altor cercetări (Bovea et al., 2010; Sánchez, 2012; Ghinea et al, 2014 etc.), prezentul studiu nu a evidențiat și un impact pozitiv al scenariilor de gestiune a deșeurilor studiate. Cu toate acestea, se cunoaște faptul că un grad mai mare de reciclare, în detrimentul depozitării, are un impact pozitiv asupra mediului, chiar dacă procesul de reciclare ar implica rute de transport mai lungi.

Cu toate că procesul de reciclare a deșeurilor este considerat unul din cele mai indicate soluții de tratare a deșeurilor cu numeroase beneficii asupra mediului, Pikoń (2015) a menționat, de asemenea, că acest proces este foarte mare consumator de energie, având astfel și un anumit impact asupra mediului.

Astfel, se poate observa că rezultatele studiilor de analiză a ciclului de viață depind mult de condițiile locale, ca de exemplu compoziția deșeurilor, care a fost identificată pe plan local printr-un studiu anterior realizat de Pop et al. (2015d) sau de caracteristici specifice legate de tratamentul deșeurilor, cum sunt, de exemplu, cantitatea de energie utilizată de procesul de reciclare sau caracteristici specifice depozitului de deșeuri utilizat în municipiul Cluj-Napoca. Acestea din urmă au constituit o provocare în cadrul realizării studiului, astfel că s-au utilizat date din literatură și din bazele de date de specialitate, astfel încât să fie cât mai aproape de condițiile prezente în cadrul gestiunii deșeurilor în municipiul Cluj-Napoca. Acesta este și motivul pentru care analize și comparații între mai multe studii referitoare la evaluarea ciclului

de viață în domeniul gestiunii deșeurilor au evidențiat faptul că concluziile din cadrul acestora sunt de multe ori în dezacord (Laurent et al., 2014b).

5.7 Analiza economică a deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca și potențialul de reciclare și valorificare a acestora

Datele referitoare la densitatea deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca și compoziția acestora au fost utilizate de către Pop et al. (2016b) în analiza potențialului de reciclare și valorificare a deșeurilor și în analiza, din punct de vedere economic, a unor scenarii cu privire la tratarea acestora. Rezultatele acestui studiu sunt prezentate în **Tabelul 11**, **Tabelul 12** și **Tabelul 13** (Pop et al., 2016b).

Tabelul 11 Analiza economică a opțiunilor de tratare a deșeurilor – Scenariul 1: reciclare 27%, compostare 58%, incinerare 3% și depozitare 12% (Pop et al., 2016b)

Tipuri de deșuri din cadrul deșeurilor menajere	Cantitatea de deșuri generate/ună - 2013 (t) (H.C.L. 529/2014)	Compoziția fracției umede a deșeurilor generate în Cluj-Napoca (Pop et al., 2015d) (%)	€/cantitate medie lunară – anul 2013 (H.C.L. 529/2014)			
			↑Potențialul de reciclare (27% din totalul deșeurilor generate)	↓Costuri cu compostarea (58% din totalul deșeurilor generate)	↓Costuri cu incinerarea (3% din totalul deșeurilor generate)	↓Costuri cu depozitarea (12% din totalul deșeurilor generate)
Deșuri organice	3.322,43	58	-	61.930,16		
Hârtie	458,27	8	38.952,67			
Plastic	801,97	14	166.007,10			
Sticlă	171,85	3	4.193,14			
Lemn	57,28	1	-		1.019,64	
Metal	114,57	2	8.913,29		-	
Textile	114,57	2	-		2.039,29	
DEEE	-	0	-			
Deșuri periculoase						
Altele	687,40	12	-			11.685,80
TOTAL	5.728,33		218.066,19	61.930,16	3.058,93	11.685,80
			↑218.066,19		↓76.674,89	

Tabelul 12 Analiza economică a opțiunilor de tratare a deșeurilor – Scenariul 2: reciclare 25%, compostare 45% și depozitare 30% (Pop et al., 2016b)

Tipuri de deșuri din cadrul deșeurilor menajere	Cantitatea de deșuri generate/lună - 2013 (t) (H.C.L. 529/2014)	Compoziția fracției umede a deșeurilor generate în funcție de varianta de tartare posibilă (%)	€/cantitate medie lunară – anul 2013 (H.C.L. 529/2014)		
			↑Potențialul de reciclare (25% din totalul deșeurilor generate)	↓Costuri cu compostarea (45% din totalul deșeurilor generate)	↓Costuri cu depozitarea (30% din totalul deșeurilor generate)
Deșuri organice	2.577,75	45	-	48.049,26	
Hârtie	286,42	5	24.345,42		
Plastic	801,97	14	166.007,10		
Hârtie de calitate slabă	171,85	3			2.921,45
Sticlă	171,85	3	4.193,14		
Lemn	57,28	1	-		
Metal	114,57	2	8.913,29		
Textile	114,57	2	-		1.947,63
DEEE	-	0	-		
Deșuri periculoase	-	0	-		
Altele	1.432,08	25	-		24.345,42
TOTAL	5.728,33		203.458,94	48.049,26	29.214,50
			↑203.458,94	↓77.263,77	

Tabelul 13 Analiza economică a opțiunilor de tratare a deșeurilor – Scenariul 3: reciclare 22%, compostare 40%, incinerare 2% și depozitare 36% (Pop et al., 2016b)

Tipuri de deșuri din cadrul deșeurilor menajere	Cantitatea de deșuri generate/lună - 2013 (t) (H.C.L. 529/2014)	Compoziția fracției umede a deșeurilor generate în funcție de varianta de tartare posibilă (%)	€/cantitate medie lunară – anul 2013 (H.C.L. 529/2014)			
			↑Potențialul de reciclare (22% din totalul deșeurilor generate)	↓Costuri cu compostarea (40% din totalul deșeurilor generate)	↓Costuri cu incinerarea (2% din totalul deșeurilor generate)	↓Costuri cu depozitarea (36% din totalul deșeurilor generate)
Deșuri organice	2.291,33	40	-	42.710,45		
Hârtie	229,13	4	19.476,33			
Plastic	687,40	12	142.291,80			
Hârtie de calitate slabă	171,85	3				2.921,45
Sticlă	171,85	3	4.193,14			
Lemn	57,28	1	-			
Metal	114,57	2	8.913,29		-	
Textile	114,57	2	-		2.039,29	

DEEE	-	0	-		
Deșeurile periculoase	-	0	-		
Altele	1.890,35	33	-		32.135,95
TOTAL	5.728,33		174.874,56	42.710,45	2.039,29
			↑174.874,56		↓79.807,14

Scenariile prezentate (**Tabelul 11**, **Tabelul 12** și **Tabelul 13**) indică faptul că tratarea corectă a deșeurilor, în concordanță cu potențialul deșeurilor, poate fi o activitate sustenabilă și din punct de vedere economic, chiar dacă presupune costuri adiționale; în plus, dacă deșeurile menajere conțin și deșeurile de ambalaje, cum este situația actuală, la profitul financiar se adaugă și bonificația plătită de producătorii de ambalaje în aplicarea instrumentului responsabilității extinse (Pop et al., 2016b).

Analiza evidențiază faptul că profitul obținut din reciclarea a 27% din totalul deșeurilor menajere produse într-o lună în Cluj-Napoca generează 218.066,19 €. În timp ce costul depozitării întregii cantități produse este de 97.381,67 €. Mai mult decât beneficiile economice, un sistem de gestiune corespunzătoare a deșeurilor are numeroase avantaje, printre care se numără și reducerea problemelor de mediu datorate acestei activități, economia de resurse naturale ca urmare a reintegrării deșeurilor în procesul de producție și, nu în ultimul rând, îndeplinirea țintelor impuse de Uniunea Europeană cu privire la reciclarea și valorificarea deșeurilor (Pop et al., 2016b).

5.8 Considerente privind cele mai bune direcții de management al deșeurilor la nivelul municipiului Cluj-Napoca

În urma analizei rezultatelor studiilor de caracterizare a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca, s-au identificat posibile direcții în care se poate îndrepta managementul deșeurilor în municipiul Cluj-Napoca, astfel încât să fie unul performant și în concordanță cu principiile de protecție a mediului.

Aflate în posesia agenților care pot lua decizii în cadrul procesului de gestiune a deșeurilor, studiile de caracterizare a acestora pot contribui la identificarea aspectelor din cadrul managementului deșeurilor la care trebuie aduse modificări. Astfel, se dorește îmbunătățirea anumitor aspecte din cadrul gestiunii deșeurilor în sensul reducerii cantității de deșeurile depozitate, prin separarea într-un grad cât mai ridicat a deșeurilor care se pot valorifica, inclusiv prin aportul populației.

Astfel, la nivelul municipiului Cluj-Napoca se pot aplica următoarele măsuri în sensul implementării sistemului zero deșeurile sau spre zero deșeurile depozitate:

- crearea unui grup de lucru la nivelul municipiului Cluj-Napoca, format din profesioniști implicați în gestiunea diferitelor fluxuri de deșeuri municipale, care să desfășoare periodic activități de implicare a generatorilor de deșeuri în gestiunea corectă a acestora;
- tratarea activității de implicare a populației în procesul de gestiune a deșeurilor drept o activitate distinctă în cadrul gestiunii deșeurilor, care să fie realizată de o companie specializată în desfășurarea unor campanii adresate publicului larg pe această temă; având în vedere că o gestiune corespunzătoare a deșeurilor se bazează în principal pe implicarea populației, partea de conștientizare și educare a publicului ar trebui să reprezinte un pilon de bază în cadrul acestui proces;
- aplicarea unor instrumente economice prin intermediul mediului universitar, ca de exemplu accesarea unor fonduri pentru desfășurarea de proiecte în scopul implicării corespunzătoare a generatorilor în procesul de gestiune a deșeurilor la nivel local;
- amenajarea unor stații de sortare a fracției uscate a deșeurilor, dar și a fracției umede pentru devierea de la depozitare a unui procentaj maxim al deșeurilor reciclabile din compoziția deșeurilor menajere; Acestea sunt necesare pentru optimizarea procentajului de deșeuri reciclate: (1) atât în condițiile unei colectări separate a deșeurilor pe mai multe fracții, având în vedere că, de exemplu, plasticul este de mai multe tipuri și acesta trebuie sortat pe mai multe categorii înainte de predarea acestuia către un reciclator final, și cu atât mai mult (2) în condițiile în care în Cluj-Napoca procentajul deșeurilor colectate separat de către populație este destul de scăzut;
- valorificarea deșeurilor biodegradabile prin transformarea acestora în compost în sistem propriu, în cazul populației care locuiește la case (sistem cu circuit închis – „closed loop”); trebuie avută în vedere în acest context o educare adecvată a populației în sensul compostării corecte a deșeurilor organice, fără emisii de gaze cu efect de seră; un studiu realizat de Comisia Europeană (C.E., 2011) a subliniat că o proporție între 20 și 65% a celor care realizează compost în regim propriu nu îl realizează în mod adecvat;
- aplicarea unor costuri ridicate pentru depozitarea deșeurilor, pentru descurajarea acestui mod de tratare a deșeurilor la scară largă;
- identificarea și taxarea suplimentară considerabilă a persoanelor care nu colectează separat deșeurile la sursă;
- programe de reciclare organizate/facilitate de către municipalitate de tipul târgurilor de obiecte vechi;

Cap. 5. Rezultate și discuții

- creșterea numărului campaniilor de colectare a diferitelor fluxuri de deșeuri din cadrul deșeurilor menajere, finanțate de companii producătoare, ca de exemplu: deșeuri electrice, deșeuri de sticlă, ambalaje de deșeuri periculoase, deșeuri voluminoase de lemn etc;
- înființarea la nivel local a centrelor comunitare de colectare și reparare/recondiționare a diferitelor deșeuri, de tipul mobilierului sau al altor tipuri de deșeuri; astfel, se va prelungi viața produselor și se va preveni generarea deșeurilor;
- generalizarea sistemului de colectare separată subterană a deșeurilor menajere în Cluj-Napoca, în zonele rezidențiale cu blocuri, având în vedere multiplele avantaje ale acestui sistem: creșterea gradului de colectare separată chiar prin noutatea sistemului, restricționarea accesului la deșeuri a sectorului informal, aspectul estetic și olfactiv etc.;
- desfășurarea de proiecte-pilot de colectare separată a deșeurilor (la nivelul unui grup de străzi sau a unui cartier rezidențial) monitorizate prin intermediul mediului universitar;
- tratarea diferită a managementului deșeurilor pe tipuri de generatori, atât în cadrul planificării procesului de gestiune, cât și în cadrul implementării propriu-zise (ex. populația din zone rezidențiale cu case versus populația din zonele rezidențiale cu blocuri – adoptarea sistemului PAYT – plătești cât arunci; treptat, pornind de la populația din zonele rezidențiale cu case); dacă această abordare se consideră a fi nepotrivită, se recomandă aplicarea acesteia cel puțin în cadrul unor proiecte-pilot, în care să se monitorizeze apoi performanța diferitelor aspecte urmărite, pe categorii de generatori;
- colaborarea autorităților care planifică sistemul de gestiune a deșeurilor în municipiul Cluj-Napoca cu mediul universitar implicat în studierea acestui domeniu, astfel încât concluziile acestora din urmă să poată influența în mod pozitiv procesul de gestiune a deșeurilor;
- tratarea deșeurilor organice, reprezentate de un procentaj considerabil în cadrul deșeurilor menajere generate în municipiul Cluj-Napoca, prin digestie anaerobă sau fermentare, nu prin compostare (digestie aerobă), cum este prevăzut în planul noului Sistem de Management Integrat al Deșeurilor la nivelul județului Cluj; astfel, se va ține cont de mențiunea din PNGD (2017) conform căreia tratarea aerobă (compostarea) este imposibilă în lipsa unui material de structură reprezentat de deșeurile din parcuri și grădini (PNGD, 2017);
- excluderea incinerării din cadrul procesului de gestiune a deșeurilor menajere, mai ales pentru cele nepericuloase;

În finalul capitolului sunt prezentate perspective de cercetare în domeniul gestiunii deșeurilor în Cluj-Napoca, și anume mineritul urban.

CONCLUZII

S-a determinat o *compoziție a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca* cu un procentaj considerabil de deșeuri organice (50,4%), reprezentate de deșeuri alimentare (30% – 40%), deșeuri vegetale și resturi de grădină, urmate de deșeuri de plastic (17,1%), hârtie/carton (10,6%), altele (11,7%), sticlă (5,3%), metale (2,2%), textile (1,8%), DEEE (0,3%) și lemn (0,6%) (Pop et al., 2015d). Compoziția determinată indică potențialul unui procentaj de 50% din deșeuri de a fi valorificate prin intermediul compostării și un procentaj mai mare de 37% de a fi reciclate (Pop et al., 2015d). Ceea ce trebuie avut în vedere în analizarea rezultatelor referitoare la compoziția deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca este faptul că acestea sunt influențate de prezența sectorului informal (Pop et al., 2015b).

În urma studiului realizat în anul 2016 în municipiul Cluj-Napoca, s-a identificat un *indice de generare a deșeurilor* de 318 kg/locuitor·an \pm 76,65 kg/locuitor·an, similar cu cel utilizat în Caietul de sarcini pentru serviciul de salubritate menajeră în municipiului Cluj-Napoca, elaborat în anul 2010 (292 kg/locuitor/an), observându-se o tendință a creșterii acestuia.

Deșeurile menajere generate în municipiul Cluj-Napoca au o *densitate medie anuală* relativ scăzută, de 102,15 kg/m³ \pm 15,63 kg/m³, conform studiului realizat prin determinări în sezonul cald și sezonul rece din anul 2016, ceea ce înseamnă că deșeurile menajere conțin și multe ambalaje voluminoase, dar ușoare. Aceste determinări susțin concluziile din cadrul studiului cu privire la potențialul economic al deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca și anume faptul că potențialul de reciclare a deșeurilor este unul crescut.

S-a identificat o valoare a *puterii calorifice inferioare a deșeurilor* de 1330 kcal/kg. Astfel, având în vedere această valoare relativ redusă, dar și alte studii din acest domeniu, se constată că deșeurile generate în municipiul Cluj-Napoca nu au caracteristicile necesare pentru a fi tratate prin procesul de incinerare. Se recomandă tratarea acestora prin digestie anaerobă, soluție sugerată și în cadrul [Planului Național de Gestiune a deșeurilor \(2017\)](#).

Rezultatele anchetei realizate de Pop et al. (2015c), aplicate pe un număr de 425 de persoane, extrapolate la întreg municipiul indică faptul că populația: (1) are cunoștințe cu privire la colectarea separată a deșeurilor, (2) este conștientă de importanța acestei acțiuni pentru întregul sistem de gestiune a deșeurilor și pentru protecția mediului și (3) consideră că e nevoie de un grad mai mare de implicare al autorităților publice în cadrul sistemului de colectare

6. Concluzii

separată a deșeurilor, deși un procentaj de 48% consideră că există îmbunătățiri ale sistemului în ultimii ani.

Studiul a identificat mai multe direcții care pot fi urmate de agenții implicați în sistemul de colectare separată a deșeurilor pentru îmbunătățirea acestuia. Astfel, s-a constatat că eficiența sistemului depinde de mai mulți factori, precum: accesibilitatea infrastructurii, încrederea în sistemul public de gestiune a deșeurilor și nivelul de informare și conștientizare în acest domeniu, factori care pot sta la baza acțiunilor întreprinse în scopul îmbunătățirii gradului de implicare a populației în colectarea separată la sursă (Pop et al., 2015c).

Din punctul de vedere al impactului generat de procesele de colectare și transport, *studiul de analiză a ciclului de viață* aplicat acestora a evidențiat că impactul cel mai redus asupra mediului este generat de scenariul aferent colectării separate a deșeurilor pe două fracții și transportul către reciclatori a 35% din deșeurile generate. S-a constatat, de asemenea, că transportul către reciclatori pe o distanță de 340 – 470 km determină un impact adițional asupra mediului (Pop et al., 2016a).

Cu toate acestea, studiul de analiză a ciclului de viață aplicat procesului de gestiune a deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca a evidențiat că Scenariul 4, care implică reciclarea unui procentaj de 28% din deșeurile generate și colectarea separată a deșeurilor pe 5 fracții, este scenariul care oferă cea mai bună opțiune de gestiune a deșeurilor dintre scenariile analizate. Studiul a evidențiat că procesul de depozitare a deșeurilor are cel mai mare impact asupra factorilor de mediu luați în calcul.

Astfel, rezultatele studiilor amintite mai sus au indicat că trebuie adoptate următoarele măsuri în scopul diminuării impactului asupra mediului al procesului de gestiune a deșeurilor în municipiul Cluj-Napoca: colectarea deșeurilor menajere trebuie realizată pe două fracții; reciclarea deșeurilor trebuie realizată prin agenții economici cei mai apropiați de sursa de generare, astfel încât să se diminueze impactul datorat transportului; accentuarea etapelor din cadrul gestiunii deșeurilor care duc la creșterea gradului de reciclare al deșeurilor, cum este colectarea separată la sursă a deșeurilor; integrarea, în cadrul procesului de gestiune a deșeurilor, a unor stații locale de sortare și reciclare a acestora; utilizarea unui utilaj compartimentat pentru colectarea deșeurilor cu scopul reducerii cheltuielilor de operare a stației de sortare; construirea unui depozit ecologic prevăzut cu sistem de colectare a levigatului și a gazelor; compostarea materialelor organice și, în consecință, evitarea depozitării acestora; creșterea cantității deșeurilor care ajung la reciclatorul final până la un procentaj maxim de 35% (Pop et al., 2016a).

Analiza economică aplicată diferitelor scenarii de tratare a deșeurilor generate în Cluj-Napoca a evidențiat că un management corespunzător al deșeurilor, care să integreze reciclarea deșeurilor, compostarea acestora și un nivel redus de incinerare și depozitare, nu doar că ar conduce la eficientizarea activității din punct de vedere economic, dar ar și aduce beneficii din punctul de vedere al protecției mediului și, implicit, al respectării legislației europene. În acest scop este necesară îmbunătățirea infrastructurii destinate gestiunii deșeurilor la nivel local, prin: (1) modernizarea punctelor de colectare, astfel încât colectarea separată a deșeurilor la sursă să fie mai facilă, mai ales în cazul populației din zonele rezidențiale cu blocuri, (2) integrarea unei stații de sortare a tuturor deșeurilor generate în Cluj-Napoca și (3) integrarea unei stații de compost pentru fracția organică a deșeurilor (Pop et al., 2016b).

Studiile din domeniul gestiunii deșeurilor sunt cu atât mai importante cu cât în România și, implicit, în Cluj-Napoca, delegarea serviciului de salubritate care se ocupă de gestiunea deșeurilor menajere se realizează pe o perioadă de cel puțin 8 ani. Sistemul este relativ rigid în acest interval, având în vedere investițiile pe care le implică, astfel că trebuie pregătit temeinic pentru ca acesta să fie performant și să asigure implicarea corectă a tuturor factorilor implicați.

În lipsa unor instalații performante de tratare a deșeurilor în vederea reciclării, participarea corectă a generatorilor în procesul de gestiune a deșeurilor este esențială. În acest context, implicarea mediului universitar în desfășurarea și monitorizarea de proiecte-pilot de educare, conștientizare și implicare propriu-zisă a tuturor tipurilor de generatori de deșeuri în cadrul procesului de gestiune a deșeurilor ar aduce un aport major în îmbunătățirea sistemului. Se consideră că, la nivel de sistem local, pentru facilitarea adoptării unor măsuri care să implice efectiv populația în gestiunea corectă a deșeurilor este nevoie de segmentarea operațiilor din cadrul procesului de gestiune a deșeurilor, iar părții care implică informarea și conștientizarea populației să i se acorde o mai mare importanță decât în prezent.

Astfel, în condițiile creșterii cantităților de deșeuri generate în contextul unei economii aflate în continuă dezvoltare, demersurile întreprinse în cadrul acestei lucrări pot contribui la integrarea gestiunii deșeurilor generate în municipiul Cluj-Napoca în cadrul larg al economiei circulare.

DISEMINAREA REZULTATELOR

Participare la Conferințe internaționale sau naționale cu participare internațională:

- **Pop I. N.,** Baci C., Bican-Brișan N., 2014, Studii de caracterizare a deșeurilor – Suport pentru sisteme performante de gestiune a deșeurilor, prezentare orală (poster), *Conferința Antreprenariat, Mediu de afaceri și dezvoltare durabilă*, 3-4 iulie 2014, Universitatea Tehnică, Cluj-Napoca.
- **Pop I. N.,** Baci C., Bican-Brișan N., 2014, Survey of Household Waste Composition in Cluj-Napoca, Romania. Preliminary Results, prezentare orală (poster), *ELSESEDIMA - "Environmental Legislation, Safety Engineering and Disaster Management" a 10-a Ediție*, 18-19 septembrie 2014, Cluj-Napoca.
- **Pop I. N.,** Baci C., Briciu C., Tofana V., Bican-Brișan N., 2015, Informal Sector Participation in Solid Waste Management – Study Case: Cluj-Napoca, Romania, prezentare orală (poster), *Conferința Internațională U.A.B. – B.EN.A. CONFERENCE, "Environmental Engineering and Sustainable Development"*, ALBA IULIA, 28-30 Mai, 2015.
- **Pop I. N.,** Baci C., Rogozan G. C., Bican-Brișan N., 2015, *Seasonal Survey of Household Waste Composition Generated in Cluj-Napoca, Romania*, prezentare orală (poster), *Congresul Mondial ISWA 2015*, Let's make the most of our resources and waste, din Antwerp, Belgia, 7-9 septembrie 2015.
- **Pop I. N.,** Baci C., Bican-Brișan N., Muntean O. L., Costin D., Rogozan G. C., 2015, Evaluating Attitudes And Behaviour Towards Separate Collection Of Waste In Cluj-Napoca City, Romania, prezentare orală (poster), *10th National Symposium with International Participation Environment & Progress*, 30 Octombrie 2015, Cluj-Napoca.
- **Pop I. N.,** Sánchez de Ramírez G. M., Baci C., Bican-Brișan N., Muntean O. L., Costin D., 2016, Life Cycle Analysis in Evaluation of Household Waste Collection and Transport in Cluj-Napoca, Romania, prezentare orală (poster), *ELSESEDIMA 11TH International Conference*, 26 - 28 MAI 2016, Cluj-Napoca.
- **Pop I. N.,** Baci C., Bican-Brișan N., Muntean O. L., Costin D., 2016, Recycling and Recovery Potential of Household Waste Generated in Cluj-Napoca Municipality, Romania, prezentare orală (poster), *Congresul Mondial ISWA 2016*, Forward Together – Uniting Ideas for Successful Waste Management, din Novi Sad, Serbia, 19-21 septembrie 2016.
 - Nicodin A., Pop F., Wilson D. C., **Pop I. N.,** Soos R., 2016, Analysing the Waste Management Priorities for the City of Cluj-Napoca, Romania, using the Wasteaware Benchmark Indicators, prezentare orală (poster), *Congresul Mondial ISWA 2016*, Forward Together – Uniting Ideas for Successful Waste Management, din Novi Sad, Serbia, 19-21 septembrie 2016.
- **Pop I. N.,** Sánchez de Ramírez G. M., Baci C., Bican-Brișan N., 2017, Evaluation of the Municipal Waste Management System in Cluj-Napoca (Romania) Using the Life Cycle Analysis, prezentare orală (poster), *International U.A.B. – B.EN.A. Conference Environmental Engineering and Sustainable Development*, Alba Iulia, 25-27 Mai 2017.

Articole publicate/în curs de publicare

- **Pop I. N.**, Baciuc C., Bican-Brișan N., 2014, Studii de caracterizare a deșeurilor – Suport pentru sisteme performante de gestiune a deșeurilor, *Volumul Antreprenariat Mediu de Afaceri și Dezvoltare Durabilă*, coord. Vasile Filip Soporan, Ancuța Elena Tiuc, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2014, p. 25-36.
- **Pop I. N.**, Baciuc C., Bican-Brișan N., 2015, „Survey of Household Waste Composition Generated in Cluj-Napoca, Romania During the Summer Season”, *Environmental Engineering and Management Journal*, November 2015, Vol.14, No. 11, 2643-2651.
- **Pop I. N.**, Baciuc C., Briciu C., Tofana V., Bican-Brișan N., 2015, Informal Sector Participation in Solid Waste Management – Study Case: Cluj-Napoca, Romania, *ECOTERRA - Journal of Environmental Research and Protection*, 2015, Volume 12, Issue 3, p. 36-41.
- **Pop I. N.**, Baciuc C., Rogozan G. C., Bican-Brișan N., 2015: „Seasonal Survey of Household Waste Composition Generated in Cluj-Napoca, Romania” – *Volumul de lucrări al Congresului Mondial ISWA 2015– Let’s make the most out of our resources and waste*”, Antwerp, Belgia 7-9 Septembrie 2015.
- **Pop I. N.**, Baciuc C., Bican-Brișan N., Muntean O. L., Costin D., Rogozan G. C., 2015, Evaluating Attitudes and Behaviour Towards Separate Collection of Waste in Cluj-Napoca City, Romania, *Studia Ambientum*, , LX, 1-2, 2015, pp. 87-101.
- **Pop I. N.**, Baciuc C., Bican-Brișan N., Muntean O. L., Costin D., 2016, Recycling and Recovery Potential of Household Waste Generated in Cluj-Napoca Municipality, Romania, *Proceedings Volume, Congresul Mondial ISWA 2016*, Forward Together – Uniting Ideas for Successful Waste Management, din Novi Sad, Serbia, 19-21 septembrie 2016, Editori Stanivljevic N., Fellner J., Hossain S., Levis J. W., pp. 2038 – 2053.
- Nicodin A., Pop F., David C. Wilson D. C., **Pop I. N.**, Reka Soos R., 2016, Analysing the Waste Management Priorities for the City of Cluj-Napoca, Romania, Using the Wasteaware Benchmark Indicators, *Proceedings Volume, Congresul Mondial ISWA 2016*, Forward Together – Uniting Ideas for Successful Waste Management, din Novi Sad, Serbia, 19-21 septembrie 2016, Editori Stanivljevic N., Fellner J., Hossain S., Levis J. W., pp. 1692-1707.
- **Pop I. N.**, Sánchez de Ramírez G. M., Baciuc C., Bican-Brișan N., Muntean O. L., Costin D., 2017, Life Cycle Analysis in Evaluation of Household Waste Collection and Transport in Cluj-Napoca, Romania. *AES Bioflux* 9(1):17-29 <<http://www.aes.bioflux.com.ro/docs/2017.17-29.pdf>>.
- Petrescu-Mag R. M., Petrescu D. M., Bican-Brișan N., **Pop I. N.**, Roșculete E., 2018, Waste: Judicial Proceedings, Practical Solutions for the Implementation of Waste Management Infrastructure and Disposal Consumer Habits, *Quality – Access to Success*, 19(S1), p. 392 – 399.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

Abeliotis K., 2011 Life Cycle Assessment in Municipal Solid Waste Management, Integrated Waste Management, Volume I, Mr. Sunil Kumar (Ed.), ISBN: 978-953-307-469-6, InTech, Online at: <<http://www.intechopen.com/books/integrated-waste-management-volume-i/life-cycle-assessment-in-municipalsolid-waste-management>>.

Agenția de Protecția Mediului din Marea Britanie (EPA, UK), 2000, A study of the composition of collected household waste in the United Kingdom with particular reference to packaging waste, Environment Agency Technical Report P347, Bristol, Marea Britanie <<http://cdn.environment-agency.gov.uk/strp347-e-e.pdf>> [accesat 17 martie 2014].

Agenția Națională de Protecția Mediului Iași, <http://apmis.anpm.ro/ro/deseuri>. [accesat 01 iunie 2016].

Arena, U., Mastellone, M.L., Perugini, F., 2003. The environmental performance of alternative solid waste management options: a life cycle assessment study. *Chem. Eng. J.* 96, 207–222.

ARPM Sibiu, 2011, *Studiu privind compoziția deșeurilor menajere în Regiunea 7 Centru*, Sibiu, <www.gestiunedeseuri.ro> [accesat 5 iulie 2014].

Björklund A., Finnveden G., Roth L., 2010, Application of LCA in Waste Management, In Christensen T. H., (Eds.), *Solid Waste Technology & Management*, Chapter 3.2, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester (ISBN 978-1-406-175137-3).

Blengini, G.A., Fantoni, M., Busto, M., Genon, G., Zanetti, M.C., 2012. Participatory approach, acceptability and transparency of waste management LCAs: case studies of Torino and Cuneo. *Waste Manage. (Oxford)* 32, 1712–1721.

Bovea M.D., Ibáñez-Forés V., Gallardo A., Colomer-Mendoza F.J., 2010, Environmental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. A Spanish case study, *Waste Management*, 30(11), 2383-2395.

Bryant I. M. , Armah F. A., Pappoe A. N. M. , 2010, Source Specific Quantification and Characterisation of Solid Waste Along a Sandz Beach in Cape Coast, Ghana, *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 8 (17), 2010.

Caruth, D., Klee, A.,J., 1969, Analysis of Solid Waste Composition, Statistical Technique to Determine Sample Size, SW-19ts. U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service.

Christensen T. H., Simion F., Tonini D., Møler J., 2010, LCA Modeling of Waste Management Scenarios, In Christensen T. H., (Eds.), *Solid Waste Technology & Management*, Chapter 3.3, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester (ISBN 978-1-406-175137-3).

CL Cluj-Napoca, 2009, Consiliul Local al municipiului Cluj-Napoca, HCL 152/23.03.2009 privind aprobarea Caietului de sarcini, Fișei de date a achiziției și a contractului de concesiune în vederea delegării prin concesiune a gestiunii serviciului public de salubritate menajeră din Municipiul Cluj-Napoca. <http://www.primariaclujnapoca.ro/userfiles/files/152_2009.PDF> [accesat 28 decembrie 2013].

CL Cluj-Napoca, 2014, Consiliul Local al municipiului Cluj-Napoca, HCL 529/2014 privind aprobarea Strategiei locale privind dezvoltarea și funcționarea serviciului de salubritate și de gestionare a deșeurilor la nivelul municipiului Cluj-Napoca <[http://www.primariaclujnapoca.ro/userfiles/files/529\(2\).PDF](http://www.primariaclujnapoca.ro/userfiles/files/529(2).PDF)> [accesat 25 iunie 2015].

CL Cluj-Napoca, 2017, Consiliul Local al municipiului Cluj-Napoca, HCL 11/22.09.2017 privind aprobarea indicatorilor tehnico-economici la obiectivul de investiții: Amenajare platforme subterane pentru colectarea deșeurilor menajere în municipiul Cluj-Napoca – 100 platforme <[http://www.primariaclujnapoca.ro/userfiles/files/11\(38\).pdf](http://www.primariaclujnapoca.ro/userfiles/files/11(38).pdf)> [accesat 27 martie 2017].

Cointreau-Levine S., 1994, Private Sector Participation in Municipal Solid Waste Services in Developing countries, Vol. 1, The Formal Sector, UMP Technical Paper No. 13, ISBN 978-0-8213-2825-5.

Comisia Europeană (C.E.) – COM 2014 – Comunicarea Comisiei „Spre o economie circulară: un program „deșeuri zero” pentru Europa” din 2 iulie 2014, - COM (2014) 398 final, <<http://eur-lex.europa.eu/>> [accesat 16 martie 2018].

Consiliul Județean Cluj, 2009, Hotărârea nr. 149/4 august 2009 privind aprobarea Master Planului Proiectului “Sistem de Management Integrat al Deșeurilor în Județul Cluj” și a „Listei de investiții prioritare privind gestionarea deșeurilor în județul Cluj în perioada 2008-2013 <<http://www.cjcluj.ro/hotC483rarea-nr-149-4-august-2009/>> [accesat 24 februarie 2018].

Criner K. G., Blackmer L. T., 2011, 2011 Maine Residential Waste Characterisation Study, School of Economics, The University of Maine.

D Waste, *The planning challenge: A road map for waste management planners*, ISSN: 2241 – 2484, Online at: http://www.d-waste.com/reports/the-planning-challenge-a-road-map-for-waste-management-planners2012-08-09-12-50-38_-detail.html, [accesat 22 martie 2016].

Dahlen L., 2008, Colectarea deșeurilor menajere generate în gospodării –Factori și variații/Household Waste Collection- Factors and Variations, Lulea University of Technology, Lulea, Suedia, Department of Civil, Mining and Environmental Engineering, Division of Waste Science and Technology, teză de doctorat.

Dahlen L., Lagerkvist A., 2008, Methods for household waste composition studies, *Waste Management* 28 (2008) 1100–1112.

De Feo G., De Gisi S., 2010, Public opinion and awareness towards MSW and separate collection programmes: A sociological procedure for selecting areas and citizens with a low level of knowledge, *Waste Management* 30, 958–976.

Ecorom Ambalaje, 2013a, Studiu – Determinarea compoziției deșeurilor precum și a deșeurilor de ambalaje generate de gospodăriile populației –eșantionare, triere și prelucrarea rezultatelor obținute în patru anotimpuri diferite, <http://www.slideshare.net/responsabilitate_sociala/studiu-analiza-deseuri-menajere-ecorom-ambalaje> [accesat 25 iunie 2014].

Forouhar A., Hristovski K. D., 2012, Characterization of the municipal solid waste stream in Kabul, Afghanistan, *Habitat International* 36 (2012), p. 406-413.

Ghinea C., Petraru M., Simion I.M., Sobariu D., Bressers H., Gavrilescu M., (2014), Life cycle assessment of waste management and recycled paper systems, *Environmental Engineering and Management Journal*, 13, 2073-2085.

Gliguță N., Blebea I., Harangozo M. M., Evaluarea ciclului de viața pentru Managementul Deșeurilor, a X-a Conferința Națională multidisciplinară – cu participare internațională "Profesorul Dorin Pavel" – fondatorul hidroenergeticii românești, Sebeș, 2010.

Hauschild M., Barlaz M.A., 2010, LCA in waste management: Introduction to Principle and Method, In Christensen T. H., (Eds.), *Solid Waste Technology & Management*, Chapter 3.1, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester (ISBN 978-1-406-175137-3).

Jenseit, W., Stahl, H., Wollny, V., Wittlinger, R., 2003. Recovery Options for Plastic Parts from End-of-Life Vehicles: An Eco-Efficiency Assessment. Institute for Applied Ecology (Oeko-Institute.V.), Darmstadt, DE.

JICA, 2005, The study on solid waste management in Dhaka city. Clean Dhaka Master Plan, Final Report, Japan International Cooperation Agency, Pacific Consultants International, Yachiyo Engineering Co., Ltd.

Klee, A. J., 1992, PROTOCOL, A Computerized Solid Waste Quantity and Composition Estimation System, EPA/600/2-91/005A RREL. Cincinnati, OH, February, Project Summary.

Klee, A. J., Carruth, D., 1970, Sample Weights in Solid Waste Composition Studies, Journal of the Sanitary Engineering Division, ASCE, Vol. 96, No. SA4, Proc. Paper 4769, August, pp.945-954.

Kumar K. N., Goel S., 2009, Characterization of Municipal Solid Waste (MSW) and a proposed management plan for Kharagpur, West Bengal, India, Resources, Conservation and Recycling 53 (2009) 166–174.

Laurent A., Bakas I., Clavreul J., Bernstad A., Bakas I., Niero M., Gentil E., Christensen T. H., Hauschild M. Z., 2014b, Review of LCA studies of solid waste management systems – Part II: Methodological guidance for a better practice, Waste Management 34 (2014) 589–606.

Laurent A., Bakas I., Clavreul J., Bernstad A., Niero M., Gentil E., Hauschild M. Z., Christensen T. H., 2014a, Review of LCA studies of solid waste management systems – Part I: Lessons learned and perspectives, Waste Management 34 (2014) 573–588.

Lopez E., Sanchez M., 2006, Implementarea și aplicarea acquis-ului de mediu cu accent pe gestiunea deșeurilor menajere; Proiect comun româno-spaniol-olandez la ARPM Bacău Pentru Regiunea 1 Nord-Est/ faza a-II-a; Activitatea nr: 4.1- Recomandări privind stațiile de sortare a ambalajelor și de compostare <<http://www.twinning-waste-bacau.ro/twining/focussed-domestic-waste-management/materiale-documentare-intocmite-suplimentar-fata-de-cele-din-cadrul-seminariilor/recomandari-statiile-de-sortare-a-ambalajelor-de-compostare>> [accesat 18 aprilie 2015].

Mancini S. D., Paes Michel X., Medeiros Gerson A., 2016, Environmental Impact Assessment of Municipal Solid Waste Management Systems by Life Cycle Assessment, *Journal of Solid Waste Technology & Management*, Feb2016, Vol. 42 Issue 1, pp. 921-929.

McDougall F. R., White P. R., Franke M., Hindle P., 2001, Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory, Second Edition, Blackwell Science, ISBN 0-632-05889-7 Online at: <<https://thecitywasteproject.files.wordpress.com/2013/03/integrated-solid-waste-managemen-a-life-cycle-inventory.pdf>>.

Michaud, J., Farrant, L., Jan, O., Bakas I., Kjaer B., 2010, Environmental benefits of recycling – 2010 update, (Final Report), Bio Intelligence Service & Copenhagen Resource Institute.

MidAtlantic Solid Waste Consultants, Cascadia Consulting Group, 2010 Waste Composition Study, <<http://www.bouldercounty.org/doc/rc/boulder.final.wcs2010.pdf>> [accesat 28 octombrie 2013].

MM, 2017, Ministerul Mediului, Planul Național de gestiune a deșeurilor, <http://www.mmediu.ro/app/webroot/uploads/files/2017-04-27_PNGD_versiunea_1.pdf.pdf> [accesat 28 mai 2017].

MMDD, 2007, Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile, Asistență Tehnică Pentru Elaborarea Planurilor Regionale De Gestionare A Deșeurilor Europe aid /121492/D/SV/RO, *Planul Regional de Gestionare a deșeurilor în Regiunea 6 Nord Vest*, <http://www.cjcluj.ro/UserUploadedFiles/File/programe/Regiunea_6.pdf> [accesat 06 octombrie 2013].

MO 86, 2005, Monitorul Oficial nr. 86/25 februarie 2005, Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor, Ordinul nr. 756/2004 pentru aprobarea Normativului tehnic privind incinerarea deșeurilor.

Modak P. R., Nangare P. B., 2011, *Quantitative and Qualitative Assessment of Municipal Solid Waste for Nagpur City*, Journal of Engineering Research and Studies, Vol.II, nr. 2, 2011, pp. 55-61, E-ISSN 0976-7916.

Nicodin A., Pop F., David C. Wilson D. C., Pop I. N., Soos R., 2016, Analysing the Waste Management Priorities for the City of Cluj-Napoca, Romania, Using the Wasteaware Benchmark Indicators, *Proceedings Volume, Congresul Mondial ISWA 2016, Forward Together – Uniting Ideas for Successful Waste Management*, din Novi Sad, Serbia, 19-21 septembrie 2016, Editori Stanivljevic N., Fellner J., Hossain S., Levis J. W., pp. 1692-1707.

Ogwueleka, T., C., 2013, *Survey of household waste composition and quantities in Abuja, Nigeria*, Resources, Conservation and Recycling 77 (2013), pp. 52–60, Online Online <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.05.011>>.

Omran A., Schiopu A. M., 2015, Reasons for Non-Participation in Recycling of Solid Waste in Northern Malaysia: a Case Study, *Environmental Engineering and Management Journal, January 2015, Vol.14, No. 1*, 233-243.

Owamah I. H., Izinyon O. C., Igbnewekan P., 2015, Characterization and Quantification of Solid Waste Generation in The Niger Delta Region of Nigeria: a Case Study of Ogbe-Ijoh Community in Delta State, *Journal of Material Cycles and Waste Management*, DOI 10.1007/s10163-015-0426-3.

Paes Michel X., Gianelli Bruno F., Kulay Luiz A., Medeiros Gerson A., Mancini S. D., 2014, Life Cycle Assessment Applied to Municipal Solid Waste Management: A Case Study, *Environment and Natural Resources Research*, Vol. 4, No. 4; 2014, ISSN 1927-0488 E-ISSN pp. 1927-0496.

Panaiteescu C., Bucuroiu R., (2014), Study on the composition of municipal waste in urban areas of Prahova County, *Environmental Engineering and Management Journal*, **13**, 1567-1571.

Parfitt, J., Griffiths P., Reid T., 2013, Guidance on the Methodology for Waste Composition Analysis, For local authorities commissioning waste composition analysis of municipal waste, Zero Waste Scotland, <http://www.zerowastescotland.org.uk/sites/files/wrap/WCAMethodology_July17_Finalv1%203.pdf> [accesat 3 ianuarie 2014].

Pecora, V., Grisoli, R., Cortez, C. L., Moreno, M., Braune, A., Lima, A., Schott, S. (2012). Comparing the environmental performance of alternatives for disposal of municipal solid waste with energy recovery. In *Proceedings of Congresso Brasileiro de Gestão em Ciclo de Vida de Produtos e Serviços, III* (pp. 156-160) Maringá, Brazil: State University of Maringá – PR.

Pop I. N., Baciuc C., Bican-Brișan N., 2014, Waste characterization studies – support for performing waste management systems (Studii de caracterizare a deșeurilor – Suport pentru sisteme performante de gestiune a deșeurilor), Business Environment and Sustainable Development, 2014 (Antreprenariat, Mediu de afaceri și dezvoltare durabila), coord. Vasile Filip Soporan, Anuța Elena Tiuc, pp. 25-36, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.

Pop I. N., Baci C., Bican-Brișan N., 2015a, Survey of Household Waste Composition Generated in Cluj-Napoca, Romania During the Summer Season, *Environmental Engineering and Management Journal*, Noiembrie 2015, Vol.14, No. 11, 2643-2651.

Pop I. N., Baci C., Bican-Brișan N., Muntean O. L., Costin D., 2016b, Recycling and Recovery Potential of Household Waste Generated in Cluj-Napoca Municipality, Romania, *Proceedings Volume, Congresul Mondial ISWA 2016*, Forward Together – Uniting Ideas for Successful Waste Management, din Novi Sad, Serbia, 19-21 septembrie 2016, Editori Stanivljevic N., Fellner J., Hossain S., Levis J. W., pp. 2038 – 2053.

Pop I. N., Baci C., Bican-Brișan N., Muntean O. L., Costin D., Rogozan G. C., 2015c, Evaluating Attitudes and Behaviour Towards Selective Collection of Waste in Cluj-Napoca City, Romania, *Studia Ambientum*, , LX, 1-2, 2015, pp. 87-101.

Pop I. N., Baci C., Briciu C., Tofana V., Bican-Brișan N., 2015b, Informal Sector Participation in Solid Waste Management – Study Case: Cluj-Napoca, Romania, *ECOTERRA - Journal of Environmental Research and Protection*, 2015, Volume 12, Issue 3, p. 36-41.

Pop I. N., Baci C., Rogozan G. C., Bican-Brișan N., 2015d, Seasonal Survey of Household Waste Composition Generated in Cluj-Napoca, Romania, *Volumul de lucrări al Congresului Mondial ISWA 2015– Let's make the most out of our resources and waste*”, Antwerp, Belgia 7-9 Septembrie 2015.

Pop I. N., Sánchez de Ramírez G. M., Baci C., Bican-Brișan N., 2017, Evaluation of the Municipal Waste Management System in Cluj-Napoca (Romania) Using the Life Cycle Analysis, prezentare orală în cadrul *International U.A.B. – B.EN.A. Conference Environmental Engineering and Sustainable Development*, 25-27 Mai 2017, http://www.uab.ro/conference/bena/index1.php?compartimentul=1_admin_antet_conferinte&limba=en&cale=accepted_papers&grup=workshop_bena_2011&menu=conferinte&sub_menu=accepted_papers

Pop I. N., Sánchez de Ramírez G. M., Baci C., Bican-Brișan N., Muntean O. L., Costin D., 2016a, Life Cycle Analysis in Evaluation of Household Waste Collection and Transport in Cluj-Napoca, Romania, *AES Bioflux* 9(1):17-29, online at: <<http://www.aes.bioflux.com.ro/docs/2017.17-29.pdf>>..

Popița G. E., 2012, Contribuții la eficientizarea sistemelor de gestionare a deșeurilor menajere (Studiu de caz: Județul Cluj), Teză de doctorat.

Popița G. E., Baci C., Rédey Á., Frunzeti N., Ionescu I., Yuzhakova T., Popovici A., 2017, Life Cycle Assessment (LCA) of Municipal Solid Waste Management Systems in Cluj County, Romania, *Environmental Engineering and Management Journal* 16 (2017), 1, 47-57.

Popița G. E., Frunzeti N., Ionescu A., Lazăr A. L., 1, Baci C., Popovici A., Pop C., Faur V. C., Proorocu M., 2015, Evaluation of carbon dioxide and methane emission from Cluj-Napoca municipal landfill, Romania, *Environmental Engineering and Management Journal* 14 (2015), 1389-1398.

Popița G. E., Popovici A., Hațegan R. M., 2011, Developing a municipal urban waste management integrated system in Cluj County AES Bioflux, 2011, Volume 3, Issue 2.

Rusu, V., 2012, Deșeuri municipale – O nouă sursă de energie, prezentare orală în cadrul Conferinței Naționale din Domeniul Standardizării, Ediția a VI-a, Mai puține deșeuri, rezultate mai bune. Eficiență prin utilizarea standardelor, 15 octombrie, 2012, București, <<http://www.asro.ro/romana/noutati/2012/Conferinta%20nationala%20a%20standardizarii/2%20Valeantin%20Rusu%20Prezentare%20biomasa.pdf>> [accesat 02 noiembrie 2013].

Scheinberg A., Simpson M., Gupt Y., Anshütz J., Haenen I., Tasheva E., Hecke J., Soos R., Chaturvedi B., Garcia-Cortes S., Gunsilius E., 2010, “Economic Aspects of the Informal Sector in Solid

Waste”, Main Report, GTZ (German Technical Cooperation), Eschborn, Germany <<http://www.giz.de/fachexpertise/downloads/gtz2010-en-Economic-Aspects-WASTE.pdf>> [accesat 04 decembrie 2014].

Sharholy M., Vaishya R. C., Gupta R. D., 2007, *Municipal solid waste characteristics and management in Allahabad, India*, Waste Management 27, pp. 490–496, doi:10.1016/j.wasman.2006.03.001.

Sujauddin M., Huda S.M.S., Rafiqul Hoque A.T.M., 2008, Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh, Waste Management 28 (2008) 1688–1695.

SWA-Tool Consortium, 2004a, Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool) User Version, 5th Framework Program, Vienna, Austria <http://www.wastesolutions.org/fileadmin/user_upload/wastesolutions/SWA_Tool_User_Version_May_2004.pdf> [accesat 31 octombrie 2013].

SWA-Tool Consortium, 2004b, Development of a Methodological Tool to Enhance the Precision and Comparability of Solid Waste Analysis Data, Brasov Waste Analysis Final Report Vienna, Austria <http://www.wastesolutions.org/fileadmin/user_upload/wastesolutions/SWA_Tool_User_Version_May_2004.pdf> [accesat 21 ianuarie 2014].

Tahraoui D. N., Matejka G., Chambon S., Touil D., 2012, Composition of Municipal Solid Waste (MSW) generated by the city of Chlef (Algeria), Energy Procedia 18 (2012) 762 – 771.

Tartiu V. E., Petrache A. M., 2009, The Zero Waste System – An Enduring Solution for the Waste Management in Romania?, ISWA/APESB World Congress 2009, <http://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/wm_2009_1-300.pdf> [accesat 22 noiembrie 2014].

Tascione V., Raggi A., 2012 Identification and Selection of Alternative Scenarios in LCA Studies of Integrated Waste Management Systems: A Review of Main Issues and Perspectives, Sustainability, 4, 2430-2442; doi: 10.3390/su4102430.

Thitame S. N., Pondhe G. M., Meshram D. C., 2010, Characterisation and composition of Municipal Solid Waste (MSW) generated in Sangamner City, District Ahmednagar, Maharashtra, India, *Environmental Monitoring and Assessment*, (2010) 170:1–5, DOI 10.1007/s10661-009-1209-x.

Townsend T., Byrne A., Carter H., Hodoval K., Sikora S., 2010, Alachua County Waste Composition Study realizat pentru Departamentul Lucrărilor Publice din Alachua, Florida.

TRI Environmental Consulting Inc., 2011, Metro Vancouver 2011 Solid Waste Composition Monitoring, 164 p <http://www.metrovancouver.org/about/publications/Publications/2011_Waste_Composition_Report.pdf> [accesat 06 octombrie 2013].

Yousuf T. B., Rahman M., 2007, Monitoring Quantity and Characteristics of Municipal Solid Waste in Dhaka City, *Environmental Monitoring and Assessment*, 135:3–11, DOI 10.1007/s10661-007-9710-6.

Zurbrügg C., 2016, Municipal waste generation and characterization, Municipal Solid Waste Management in Developing Countries (Course on Coursera platform – online at: <<https://www.coursera.org/learn/solid-waste-management#>>).