

# **EVALUAREA ECOLOGICĂ A SISTEMELOR DE GESTIONARE A DEȘEURILOR MENAJERE ÎN ȚĂRI ALE UNIUNII EUROPENE**

Teză destinată obținerii  
titlului științific de doctor inginer  
la  
Universitatea Politehnică Timișoara  
în domeniul INGINERIE CIVILĂ ȘI INSTALAȚII  
de către

**Ing. Mihaela Berechet**

Conducător științific: prof.univ.em. dr.ing Ion Mirel

Referenți științifici: Prof.univ.dr.ing.Ion Giurma  
Prof.univ.dr.ing.Ioan Bica  
Prof.univ.dr.ing.Constantin Florescu

Ziua susținerii tezei: 27 aprilie 2018

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- |   |  |
|---|--|
| 1. Automatică                               | 10. Știința Calculatoarelor                |
| 2. Chimie                                   | 11. Știința și Ingineria Materialelor      |
| 3. Energetică                               | 12. Ingineria sistemelor                   |
| 4. Ingineria Chimică                        | 13. Inginerie energetică                   |
| 5. Inginerie Civilă                         | 14. Calculatoare și tehnologia informației |
| 6. Inginerie Electrică                      | 15. Ingineria materialelor                 |
| 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații | 16. Inginerie și Management                |
| 8. Inginerie Industrială                    | 17. Arhitectură                            |
| 9. Inginerie Mecanică                       | 18. Inginerie civilă și instalații         |

Universitatea Politehnica din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2018

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității Politehnica Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,  
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221  
e-mail: editura@edipol.upt.ro

## Cuvânt înainte și mulțumiri

Teza de doctorat a fost elaborată în cadrul Departamentului de Hidrotehnică al Universității Politehnica Timișoara, sub îndrumarea domnului prof.univ.dr.ing. Ion Mirel și a beneficiat de toate resursele necesare puse la dispoziție de Facultatea de Construcții a Universității Politehnica Timișoara.

Mai mult decât atât, teza a beneficiat de pe urma contractului de muncă la Universitatea din Stuttgart. Astfel a fost facilitat accesul la bazele de date ale Catedrei de Management al Deșeurilor și al Emisiilor din cadrul Universității Stuttgart.

Colaborarea cu Universitatea Stuttgart a făcut posibilă efectuarea cercetării la fața locului privind sistemul german de gestionare a deșeurilor și a permis accesul la software-ul GaBi, Catedra de Management al Deșeurilor și al Emisiilor beneficiind de o licență a versiunii profesionale GaBi 4.

Ideea tezei de doctorat s-a cristalizat în urma proiectului comun desfășurat de cele două universități, care a avut ca obiectiv culegerea de date privind compoziția deșeurilor în România. Această colaborare s-a concretizat prin desfășurarea unor analize prin sortare la Timișoara. Metodologia de lucru utilizată la planificarea și desfășurarea analizelor prin sortare sunt prezentate în cadrul tezei, iar rezultatele obținute au fost utilizate în procesul de modelare.

Domnului prof. univ. em. dr. ing. Ion Mirel așez mulțumiri pentru sprijinul neobosit și îndrumarea acordate de-a lungul întregii perioade de cercetare și elaborare a tezei, pentru discuțiile extrem de interesante și fructuoase pe care le-am purtat.

Membrilor comisiei de doctorat, domnului prof. univ. dr. ing. Ion Giurma, domnului prof.univ. dr. ing. Ioan Bica și domnului Prof.univ.dr.ing.Constantin Florescu le mulțumesc pentru răbdarea cu care au analizat teza de doctorat și pentru sugestiile formulate.

Mulțumiri se cuvin domnului prof. dr. ing. Martin Kranert și colectivului Catedrei de Management al Deșeurilor și al Emisiilor pentru ajutorul și susținerea acordate de-a lungul celor 7 ani petrecuți în cadrul Universității Stuttgart. Colegului ing. Oliver Schiere îi mulțumesc în mod deosebit pentru participarea în proiectul de la Timișoara.

Pentru tot suportul logistic se cuvin mulțumiri domnului Florin Cepănariu și societății Retim Ecologic Service Timișoara.

Mamei mele îi mulțumesc pentru că mi-a susținut întotdeauna alegerile și hotărârile dar și pentru contribuția la formarea mea personală.

Le mulțumesc soțului meu ing. Manfred Wacker și fiului nostru Stefan pentru înțelegerea, răbdarea și dragostea cu care mi-au stat mereu alături.

Timișoara, aprilie 2018

Mihaela Berechet



Bunicii mele Paulina (+ 8 aprilie 2017)

Mihaela, Berechet

**EVALUAREA ECOLOGICĂ A SISTEMELOR DE GESTIONARE A DEȘEURILOR MENAJERE ÎN ȚĂRI ALE UNIUNII EUROPENE**

Teze de doctorat ale UPT, Seria 18, Nr. 5, Editura Politehnica, 2018, 168 pagini, 69 figuri, 22 tabele.

ISSN: 2393-4816

ISSN-L: 2393-4816

ISBN:978-606-35-0219-4

Cuvinte cheie: gestionarea deșeurilor menajere, evaluarea ciclului de viață, emisii de CO<sub>2</sub>, economie circulară

Rezumat: Teza de doctorat abordează problematica găsirii unor soluții fiabile pentru gestionarea deșeurilor în România.

Obiectivele tezei comportă stabilirea de soluții ce se pot aplica în România, în vederea stabilirii unui sistem performant de gestionare a deșeurilor menajere, cu respectarea cerințelor europene și garanția protecției ființelor umane și a mediului.

Studiul abordat își propune să analizeze soluțiile ce se impun pentru tratarea și neutralizarea deșeurilor menajere și să determine cu ajutorul metodologiei de evaluare a ciclului de viață (LCA) potențialul lor pentru diminuarea emisiilor de gaze cu efect de seră.

# Cuprins

<b>Cuprins</b> .....	V
Notății, abrevieri, acronime .....	IX
Lista de figuri .....	XI
Lista de tabele .....	XII
<b>1 INTRODUCERE</b> .....	<b>1</b>
1.1    Prezentarea temei de cercetare .....	1
1.2    Necesitatea, oportunitatea și obiectivele cercetării .....	2
<b>2 GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN CONTEXT EUROPEAN</b> .....	<b>3</b>
2.1    Istoria gestionării deșeurilor .....	3
2.2    Principiile de gestionare a deșeurilor în UE .....	4
2.3    Ierarhizarea deșeurilor .....	5
2.4    Evaluarea ciclului de viață .....	9
2.5    Modele de evaluare a ciclului de viață .....	10
2.6    Strategii de gestionare a deșeurilor .....	10
2.7    Colectarea selectivă .....	12
<b>3 GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN GERMANIA</b> .....	<b>13</b>
3.1    Istoria gestionării deșeurilor în Germania .....	13
3.2    Ghidurile de procedură în Germania – statul federal Brandenburg .....	14
3.2.1    Evaluarea cantitativă .....	15
3.2.2    Evaluarea calitativă .....	15
3.2.3    Categoriile de deșeuri .....	16
3.2.4    Caracterizarea deșeurilor .....	20
3.2.5    Colectarea selectivă .....	21
3.3    Fluxurile și categoriile de deșeuri .....	22
3.3.1    Resturile menajere .....	22
3.3.2    Ambalajele „Der Grüne Punkt” .....	22
3.3.3    Ambalajele fără licență „Der Grüne Punkt” .....	23
3.3.4    Ambalajele pentru băuturi .....	24
3.3.5    Maculatura .....	28
3.3.6    Sticla .....	29
3.3.7    Deșeurile organice .....	29
3.3.8    Deșeurile provenite din construcții și demolări .....	29
3.3.9    Deșeurile cu volum mare .....	29

## VI Cuprins

---

3.3.10	Materialele textile și încălțăminte	30
3.3.11	Aparatura electrocasnică	30
3.3.12	Materialele periculoase și toxice	30
3.3.13	Bateriile provenite de la aparatura casnică și acumulatorii auto	31
3.3.14	Deșeurile vegetale provenite din grădini	31
3.4	Statistica deșeurilor	31
3.5	Tratarea mecano-biologică și depozitarea – Studiu de caz Stația Cröbern	33
3.5.1	Locația	33
3.5.2	Metoda și procesele tratării	38
3.5.3	Tratarea mecanică	38
3.5.4	Tratarea biologică	40
3.5.5	Epurarea aerului	42
3.5.6	Depozitul de deșeuri	44
3.5.7	Tratarea levigatului	44
3.5.8	Gazul de depozit	48
3.6	Neutralizarea prin incinerare – Studiu de caz electrocentrala Münster Stuttgart	50
3.7	Costurile și taxele în sistemul de gestionare a deșeurilor	53
3.8	Evaluarea critică a sistemului german de gestionare a deșeurilor	55
3.9	Proiecte pilot pentru optimizarea gestionării deșeurilor	56
3.9.1	„Gelbe Tonne <sup>plus</sup> ”	57
3.9.2	Pubela umedă și pubela uscată din Kassel	58
3.9.3	„Restmüllfreie Abfallwirtschaft”	60
3.9.4	„Wertstofftonne” Karlsruhe	61
4	GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN ROMÂNIA	62
4.1	România în context european	62
4.2	Situația actuală a gestionării deșeurilor	65
4.2.1	Cantitățile de deșeuri generate	65
4.2.2	Compoziția deșeurilor	66
4.2.3	Sistemele de colectare	66
4.2.4	Reciclarea	67
4.2.5	Incinerarea	68
4.2.6	Depozitarea	68
4.3	Studiu de caz Timișoara	68
4.3.1	Sistemele de colectare	68
4.3.2	Reciclarea	70

---

4.3.3	Compostarea .....	71
4.3.4	Tratarea mecano-biologică.....	72
4.3.5	Eliminarea deșeurilor reziduale.....	72
4.3.6	Eliminarea nămolurilor de la stațiile de epurare a apelor uzate .....	72
4.4	Evidențierea punctelor slabe .....	73
5	ANALIZA DEȘEURILOR.....	74
5.1	Tipurile generale de deșeuri.....	74
5.2	Tipurile de deșeuri municipale.....	76
5.3	Compoziția materialelor .....	80
5.4	Indicatori caracteristici ai deșeurilor .....	80
5.4.1	Potențialul materialului.....	80
5.4.2	Rata de colectare .....	81
5.4.3	Rata de sortare .....	81
5.4.4	Rata de recuperare .....	82
5.4.5	Conținutul de impurități.....	82
5.4.6	Rata de absorbție .....	82
6	CONȘTIENȚIZAREA POPULAȚIEI .....	83
6.1	Atitudinea populației.....	83
6.2	Metode de conștientizare.....	83
6.3	Identificarea barierelor din calea reciclării.....	84
6.4	Modele comportamentale .....	85
6.5	Instrumentele care influențează schimbarea de comportament .....	86
7	METODOLOGIA DE LUCRU.....	90
7.1	Metodologia culegerii datelor privind generarea de deșeuri - studiu Timișoara .....	90
7.1.1	Documentarea preliminară.....	90
7.1.2	Influența anotimpului.....	93
7.1.3	Metodologia sortării .....	93
7.2	Metodologia evaluării ciclului de viață LCA.....	98
7.2.1	Scopul și domeniul de aplicare a LCA .....	100
7.2.2	Analiza de inventar .....	101
7.2.3	Funcția și unitatea funcțională.....	101
7.2.4	Granițele sistemului .....	101
7.2.5	Evaluarea impactului de mediu.....	102
7.2.6	Categoriile de impact .....	103
8	PROCESUL DE MODELARE PENTRU STUDIUL DE CAZ TIMIȘOARA.....	105

## VIII Cuprins

---

8.1	Date de bază .....	105
8.2	Modele și scenarii .....	108
8.2.1	Scenariul 0 .....	108
8.2.2	Scenariul 1 .....	110
8.2.3	Scenariul 2 .....	113
8.3	Rezultate .....	114
9	CONCLUZII GENERALE.....	119
9.1	Structura și conținutul tezei .....	119
9.2	Discutarea rezultatelor.....	121
9.3	Contribuții personale și elemente de originalitate .....	122
9.4	Perspective și recomandări .....	123
	Bibliografie.....	126
	Listă Anexe .....	134



## NOTAȚII, ABREVIERI, ACRONIME

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (Agenția de Mediu și de Gestionare a Energiei)
ADID	Asociația de Dezvoltare Intercomunitară Deșeuri Timiș
AHA	Zweckverband Abfallwirtschaft Region Hannover (Asociația de Gestionare a Deșeurilor din Regiunea Hanovra)
ANPM	Agenția Națională pentru Protecția Mediului
ASTM	American Society for Testing and Materials (Societatea Americană pentru Testare și Materiale)
BKG	Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (Organizația pentru Asigurarea Calității Compostului)
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Ministerul Federal pentru Mediu, Protecția Naturii, Construcției și Siguranței Reactoarelor)
cca.	circa
CEN	Comité Européen de Normalisation (Comitetul European de Standardizare)
cf.	conform
CO <sub>2</sub> echiv.	Potențial de încălzire globală
DEFRA	Department for Environment, Food & Rural Affairs (Departamentul pentru Mediu, Alimentație și Afaceri Rurale)
DPG	Deutsche Pfandsystem GmbH (Societatea Germană pentru Sistemul de Depozit)
DSD	Duales System Deutschland (Sistemul Dual German)
EC	European Commission (Comisia Europeană)
EPA	Environmental Protection Agency (Agenția de Protecție a Mediului)
EPLCA	European Platform on Life Cycle Assessment (Platforma Europeană de Evaluare a Ciclului de Viață)
EPS	Environmental Priority Strategies (Strategiile Prioritare de Mediu)
EUROSTAT	Statisticile europene
GaBi	Ganzheitliche Bilanzierung (Software pentru Balanțe Ecologice Integrale)
HG	Hotărâre de Guvern
ILCD	International Reference Life Cycle Data System (Sistemul Internațional de Referință al Datelor pentru Ciclul de Viață)
IMAS	Institutul de Marketing și Sondaje
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Panoul Interguvernamental de Schimbare Climatică)
ISO	International Organisation for Standardisation (Organizația Internațională de Standardizare)
ISB	Infrastructure, Service, Behavior (Infrastructură, Servicii, Comportament)
î.Cr	înainte de Cristos
LCA	Life Cycle Assessment (Evaluarea Ciclului de Viață)
LCIA	Life Cycle Impact Assessment (Evaluarea Impactului Ciclului de Viață)
LCM	Life Cycle Management (Gestionarea Ciclului de Viață)
loc	locuitor
MMP	Ministerul Mediului și Pădurilor
MMSC	Ministerului Mediului și Schimbărilor Climatice

PDCA	Plan Do Check Act (Proces Iterativ în Patru Faze: Planificare, Execuție, Verificare, Acțiune)
PE	Polietilenă
PET	Polietilenă Tereftalată
PNGD	Planul Național de Gestionare a Deșeurilor
PVC	Policlorură de Vinil
RDF	Combustibil derivat din deșeuri
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institutul Național Olandez pentru Sănătate Publică și Mediu)
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Societatea de Toxicologie și Chimie de Mediu)
UE	Uniunea Europeană
UNSD	United Nations Statistics Division (Divizia de Statistică a Națiunilor Unite)
WRAP	Waste and Resources Action Programme (Programul de Acțiune pentru Deșeuri și Resurse)
ZAW	Zweckverband Abfallwirtschaft Westsachsen (Asociația de Gestionare a Deșeurilor din Saxonia de Vest)

## LISTA DE FIGURI

Figura 2.1 Scara olandeză de prioritizare a deșeurilor .....	5
Figura 2.2 Ierarhizarea deșeurilor din directiva UE .....	6
Figura 2.3 Ierarhizarea de utilizare a resurselor în șase trepte .....	7
Figura 2.4 Tratarea deșeurilor municipale în Germania, Franța și Marea Britanie .....	8
Figura 3.1 Ambalaj inscripționat cu "Der Grüne Punkt" .....	14
Figura 3.2 Factorii determinanți pentru compoziția deșeurilor .....	20
Figura 3.3 Punct de colectare a materialelor reciclabile .....	23
Figura 3.4 Inscripționarea pe sticla de unică folosință .....	24
Figura 3.5 Logo-ul DPG cu cod de bare .....	25
Figura 3.6 Inscripționarea sticlelor refolosibile .....	25
Figura 3.7 Embleme pentru sticlele refolosibile .....	26
Figura 3.8 Aparate pentru returnarea sticlelor cu garanție .....	27
Figura 3.9 Afișe de informare privind reciclarea PET-urilor .....	28
Figura 3.10 Vehicul de colectare a sticlei .....	33
Figura 3.11 Planul de amplasament al stației Cröbern .....	34
Figura 3.12 Planul stației Cröbern (tratate mecano-biologică) .....	35
Figura 3.13 Reprezentarea schematizată a instalației de tratare .....	36
Figura 3.14 Treptele de preparare pentru liniile I și II .....	39
Figura 3.15 Prepararea fracțiunilor grele .....	40
Figura 3.16 Hala cu tunelurile de compostare .....	41
Figura 3.17 Perioadele de descompunere .....	42
Figura 3.18 Instalația de desprăfuire .....	43
Figura 3.19 Biofiltrul de curățare a aerului .....	43
Figura 3.20 Instalația de colectare a levigatului .....	44
Figurile 3.21 Bazinele de colectare a levigatului .....	45
Figurile 3.22 Instalația de osmoză inversă .....	45
Figura 3.23 Schema instalației de tratare a levigatului .....	47
Figurile 3.24 Iazuri ornamentale .....	47
Figura 3.25 Instalația de colectare și valorificare a gazului de depozit .....	48
Figurile 3.26 Sonde de gaze .....	49
Figurile 3.27 Stația de reglare .....	49
Figura 3.28 Harta de livrare a deșeurilor la incinerator .....	51
Figura 3.29 Taxele medii pentru deșeuri .....	53
Figura 3.30 Costuri și taxe pentru incinerarea deșeurilor .....	54
Figura 3.31 Evoluția colectării selective în Germania .....	56
Figura 3.32 Schema sistemului Gelbe Tonne plus .....	57
Figura 3.33 Schema sistemului cu pubelă umedă și pubelă uscată .....	59
Figura 3.34 Schema sistemului cu pubelă bio-energetică și pubelă pentru materiale refolosibile .....	60
Figura 4.1 Sursele de generare .....	63
Figura 4.2 Căile de tratare a deșeurilor .....	64
Figura 4.3 Zonele de colectare a deșeurilor în județul Timiș .....	69
Figura 4.4 Pubela umedă și pubela uscată din sistemul dual de colectare .....	70
Figura 4.5 Harta zonei deservite de stația de sortare a societății RETIM .....	71
Figura 5.1 Clasificarea deșeurilor în funcție de sursă .....	80
Figura 6.1 Motivația și conveniența .....	87

## XII Lista de tabele

Figura 6.2 Structura de analiză a comportamentului populației .....	88
Figura 7.1 Recipiente nestandardizate .....	91
Figura 7.2 Colectarea deșeurilor vegetale din parcuri.....	91
Figura 7.3 Colectarea informală a metalului.....	92
Figura 7.4 Depozitul neconform de la Timișoara .....	92
Figura 7.5 Deșeuri din construcții.....	93
Figura 7.6 Autogunoiera de colectare .....	94
Figura 7.7 Exemplificări din zona centrală .....	95
Figura 7.8 Exemplificări din zona cu blocuri de locuințe.....	95
Figura 7.9 Exemplificări din zona periferică .....	96
Figura 7.10 Exemplificări din zona nou construită.....	96
Figura 7.11 Masa de sortare .....	97
Figura 7.12 Imagine din timpul sortării .....	98
Figura 7.13 Fazele LCA din ISO 14040 .....	100
Figura 7.14 Inventarul ciclului de viață .....	102
Figura 7.15 Categoriile impactului .....	104
Figura 8.1 Comparație între pubela mixtă și pubela de resturi menajere .....	107
Figura 8.2 Schema scenariului 0 cu valorificare energetică .....	109
Figura 8.3 Schema scenariului 0 cu valorificare materială .....	110
Figura 8.4 Scenariul 1 cu tratarea aerobă a pubelei umede .....	111
Figura 8.5 Scenariul 1 cu tratarea anaerobă a pubelei umede .....	112
Figura 8.6 Scenariul 1 cu tratarea pubelei umede în incinerator .....	113
Figura 8.7 Compararea scenariilor.....	118
Figura 9.1 Structura tezei de doctorat .....	121

## LISTA DE TABELE

Tabelul 3.1 Categoriile și subcategoriile de deșeuri.....	16
Tabelul 3.2 Frecvențe de colectare .....	21
Tabelul 3.3 Garanțiile stabilite pe tipuri de ambalaje .....	27
Tabelul 3.4 Rezultatele stației de tratare Cröbern.....	37
Tabelul 3.5 Costurile operative de eliminare pentru sistemele duale .....	54
Tabelul 4.1 Compoziția deșeurilor .....	66
Tabelul 5.1 Tipurile de deșeuri .....	74
Tabelul 5.2 Tipurile de deșeuri din legislația europeană .....	76
Tabelul 5.3 Detalierea capitolului de deșeurilor municipale .....	77
Tabelul 6.1 Caracteristicile reciclării în funcție de tipul grupului de la populație .....	85
Tabelul 8.1 Compoziția procentuală a deșeurilor .....	105
Tabelul 8.2 Distribuția procentuală a populației pe structuri urbane.....	107
Tabelul 8.3 Scenariul 0 - Tratarea pubelei unice prin incinerare .....	114
Tabelul 8.4 Scenariul 0 - Tratarea mecano-biologică aerobă a pubelei unice .....	115
Tabelul 8.5 Scenariul 1 - Tratarea mecano-biologică aerobă a pubelei umede.....	115
Tabelul 8.6 Scenariul 1 - Tratarea mecano-biologică anaerobă a pubelei umede .	115
Tabelul 8.7 Scenariul 1 - Tratarea pubelei umede prin incinerare .....	116
Tabelul 8.8 Scenariul 1 - Tratarea pubelei uscate prin reciclare.....	116
Tabelul 8.9 Scenariul 2 - Tratarea mecano-biologică aerobă a pubelei umede.....	117
Tabelul 8.10 Scenariul 2 - Tratarea mecano-biologică anaerobă a pubelei umede	117
Tabelul 8.11 Scenariul 2 - Tratarea pubelei umede prin incinerare .....	117
Tabelul 8.12 Scenariul 2 - Tratarea pubelei uscate prin reciclare.....	117

# 1 INTRODUCERE

## 1.1 Prezentarea temei de cercetare

Deșeurile sunt definite în Convenția de la Basel ca "substanțe sau obiecte care sunt eliminate sau sunt destinate să fie eliminate sau se impune a fi eliminate prin dispoziții de drept intern" [1] în timp ce United Nations Statistics Division (UNSD) le definește ca "materiale care nu sunt produse prime (produse realizate pentru piață), pentru care generatorul nu are nici o utilizare ulterioară în scopuri de producție, transformare sau consum și pe care vrea să le elimine" [2].

Stilul de viață al societății actuale este caracterizat de creșterea continuă a consumului și se reflectă în creșterea cantităților de resurse utilizate și a cantităților de deșeuri generate. Conform unui raport al Uniunii Europene, în perioada 2006-2030, se prognozează o creștere a cantității de deșeuri menajere în țările membre UE cu cca. 40 kg/loc [3].

Paralel se extinde pe plan mondial preocuparea pentru mediul înconjurător, afectat pe de-o parte prin scăderea semnificativă a resurselor naturale neregenerabile și prin poluare și efect de seră pe de alta.

Reducerea rezervelor de materii prime neregenerabile a condus în ultimii ani la creșterea prețurilor, în zona euro înregistrându-se o creștere medie de cca. 80%. În cazul petrolului există variații numeroase și dese datorită unei serii de factori complecși care influențează evoluția, însă tendința actuală este ascendentă ajungându-se în perioada 2003-2006 la dublarea prețului [4], [5].

Deși contribuția în sine a deșeurilor la nivelul global de emisii de gaze cu efect de seră este comparativ cu alte sectoare de activitate mai redusă, situându-se sub 5% [6], acest sector dispune de un potențial semnificativ de diminuare a acestor gaze și de asigurare a unei dezvoltări durabile cu costuri relativ scăzute.

În aceste condiții devine oportună reconsiderarea rolului deșeurilor în societate și încadrarea lor ca materie secundară, precum și analizarea posibilelor metode de recuperare și reutilizare sau de tratare și neutralizare, în cazul celor care nu pot fi recuperate și reutilizate. Reciclarea conduce la reducerea consumului de materii prime iar combustibilul solid secundar este o alternativă pentru combustibilii fosili.

În lumina celor de mai sus, colectarea selectivă a deșeurilor se impune ca o măsură necesară pentru îmbunătățirea ratei de reciclare și a calității materiilor secundare menite să le înlocuiască pe cele prime.

În condițiile în care România se află încă în fază incipientă în ceea ce privește gestionarea deșeurilor și are avantajul de a putea folosi experiența țărilor cu tradiție

În acest domeniu, studiul abordat își propune să analizeze soluțiile ce se impun pentru tratarea și neutralizarea deșeurilor menajere și să determine, cu ajutorul metodologiei de evaluare a ciclului de viață/ life cycle assessment (LCA), potențialul lor de diminuarea emisiilor de gaze cu efect de seră.

## **1.2 Necesitatea, oportunitatea și obiectivele cercetării**

Necesitatea și oportunitatea cercetării au apărut din nevoia stringentă a României de a găsi soluții pentru tratarea și neutralizarea avansată a deșeurilor menajere, menite să faciliteze îndeplinirea obiectivelor impuse de Uniunea Europeană privind managementul deșeurilor, având ca rezultat final diminuarea impactului global asupra mediului înconjurător.

În acest cadru, teza de doctorat prezintă abordează problematica găsirii unor soluții fiabile pentru gestionarea deșeurilor în România. Un aspect important în această direcție este cunoașterea, în primul rând, a cantităților de deșeurii generate și a compoziției acestora urmând ca pe baza acestor aspecte să se contureze modul în care trebuie făcută colectarea transportul și neutralizarea deșeurilor provenite din centrele populate.

Obiectivele tezei comportă stabilirea de soluții ce se pot aplica în România, în vederea stabilirii unui sistem performant de gestionare a deșeurilor menajere, care să asigure respectarea cerințelor europene și să poată garanta protecția avansată a ființelor umane și a mediului.

## 2 GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN CONTEXT EUROPEAN

### 2.1 Istoria gestionării deșeurilor

Eliminarea deșeurilor a reprezentat, încă din cele mai vechi timpuri, o preocupare permanentă a umanității, istoria deșeurilor împletindu-se mii de ani cu cea a apelor reziduale. Vestigiile descoperite demonstrează faptul că civilizațiile antice din orientul mijlociu construiau sisteme de canalizare din cărămidă, conectate la latrine spălate cu apă, cele mai vechi datând de prin 2500 î.Cr. [7]. Atât persii cât și grecii au construit sisteme de canalizare, iar romanii au integrat inovațiile anterioare ale sistemelor de canalizare în „cloaca maxima”. Sistemele deschise de canalizare erau destinate colectării apelor meteorice, care spălau atât excrementele umane și animaliere cât și deșeurile stradale.

Încă de pe la anul 1000 î.Cr. problema deșeurilor în Ierusalim era rezolvată prin incinerare. Acestea erau transportate în afara orașului, unde erau incinerate pe valea râului Kidron, cenușa rezultată fiind valorificată prin împrăștierea pe Muntele Măslinilor sau pe terenurile agricole [8].

În Evul Mediu aceste metode au fost abandonate, orașele europene adoptând o atitudine neglijentă în privința deșeurilor. Străzile erau acoperite cu un nămol urât mirositor alcătuit din pământ, apă stătută, resturi menajere, excremente animaliere și umane. Aceste situații au favorizat izbucnirea epidemiilor de ciumă și holeră [9].

Cu toată atitudinea de neglijare, deșeurile însă nu se situau nici cantitativ și nici din punct de vedere al încărcării cu poluanți la nivelurile atinse ulterior, în perioada modernă. Unul dintre cei mai importanți pași făcuți de civilizația umană a fost industrializarea, însoțită de urbanizarea accelerată. Aceasta a produs schimbări majore în societate, influențând inclusiv compoziția și cantitățile de deșeuri, transformându-le într-o problemă cu conotații sociale. Spre sfârșitul secolului al XIX-lea a fost conștientizat pericolul acut de deteriorare a igienei și stării de sănătate în colectivitățile umane, făcând să reapară preocupările de a adopta măsuri pentru construirea sistemelor de canalizare a apelor reziduale și de eliminare a deșeurilor [10].

La Hanovra colectarea exclusivă a deșeurilor de către administrația orășenească, s-a introdus începând cu anul 1861. Acolo s-a construit și un sistem de canalizare astfel încât deșeurile și apele uzate au început să fie tratate separat [8].

În anul 1874 au fost construite primelor incineratoare de deșeuri în Marea Britanie la Nottingham, apoi Londra și Manchester [8]. Ulterior această metodă de eliminare a deșeurilor a fost preluată și în Germania, primul incinerator fiind construit la Hamburg în anul 1896 [8].

În anii următori au început să apară diferite reglementări privind obligativitatea conectării și folosirii serviciilor de colectare a deșeurilor și a apelor de canalizare, codurile locale germane din anul 1935 fiind un bun exemplu în acest sens [11].

În perioada anilor 1900 - 1970 deșeurile au fost, în cea mai mare parte, incinerate sau depozitate în sistem necontrolat și nereglementat în gropi de gunoi amplasate la întâmplare [10].

În anii '70, ca urmare a apariției preocupărilor pentru protecția mediului, a fost introdusă gestionarea deșeurilor pe agenda politică a țărilor industrializate [10], determinând astfel o schimbare semnificativă în perspectiva factorilor de decizie politică [12].

## **2.2 Principiile de gestionare a deșeurilor în UE**

Scopul principal al reglementărilor cu privire la gestionarea deșeurilor este acela de a stabili un echilibru între obiectivul dublu de a conserva pe de-o parte resursele naturale și de a proteja, pe de altă parte, mediul înconjurător. Astfel Comisia Europeană și-a lărgit treptat orizontul în ceea ce privește politicile de gestionare a deșeurilor, garantând mai mult decât simpla depozitare în condiții sigure.

Cele trei principii esențiale ale gestionării deșeurilor sunt: prevenirea generării deșeurilor; reciclarea materialelor revalorificabile; depozitarea în condiții sigure a deșeurilor ce nu pot fi reciclate. Ele au fost dezvoltate și reînnoite începând cu anul 1977 [13]. Prin urmare interesul, cel puțin la nivelul Uniunii Europene, s-a îndreptat către acele politici și legi, menite să conducă la diminuarea cantităților de deșeuri generate în paralel cu asigurarea unei refolosiri benefice [14].

În anul 2001, Consiliul European a adoptat prima strategie europeană de dezvoltare durabilă cu scopul de a îmbunătăți calitatea vieții atât pentru generațiile prezente cât și pentru cele viitoare. Cea mai recentă legislație publicată de Comisia Europeană în domeniul deșeurilor este Directiva Cadru 2008/98/EC, în care se reflectă strategia de dezvoltare durabilă a Uniunii Europene, cu introducerea unor noi provocări pentru sistemele de gestionare a deșeurilor. Această Directivă Cadru introduce noi definiții pentru deșeuri, produse secundare și introduce încetarea statutului de deșeu, ceea ce impune alegerea unor tehnologii adecvate, vizând îmbunătățirea protecției sănătății umane și a mediului, promovarea reutilizării și reciclării, consolidarea programelor de prevenire a generării deșeurilor și colectarea selectivă a deșeurilor biologice, precum și punerea în aplicare a responsabilității extinse a producătorilor [15].

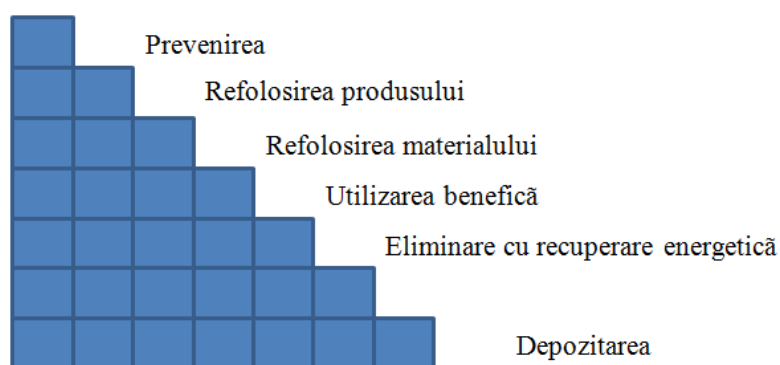
Directiva Cadru 2008/98/EC face, în afara recomandărilor privind deșeurile ajunse la finalul ciclului de viață, și o ierarhizare a deșeurilor, aplicabilă în cele 28 de state membre ale Uniunii Europene.



## 2.3 Ierarhizarea deșeurilor

În anul 1978 Parlamentul Olandez adopta o scară a priorității prevenției deșeurilor, fiind printre primii care au stabilit o ierarhizare a deșeurilor drept principiu fundamental pe care se sprijină politica de gestionare a deșeurilor [16].

Această scară redată în Figura 2.1 stabilea șapte trepte de ierarhizare în gestionarea deșeurilor, impuse fiind de spațiul limitat disponibil pentru depozitare și de ideea că sporirea priorității evitării producerii de deșeuri este mai eficientă. Cele șapte trepte de ierarhizare erau: prevenția; re folosirea produselor; re folosirea materialului; utilizarea benefică; eliminarea cu recuperarea de energie; eliminarea (altă cale decât depozitarea); depozitarea [16].

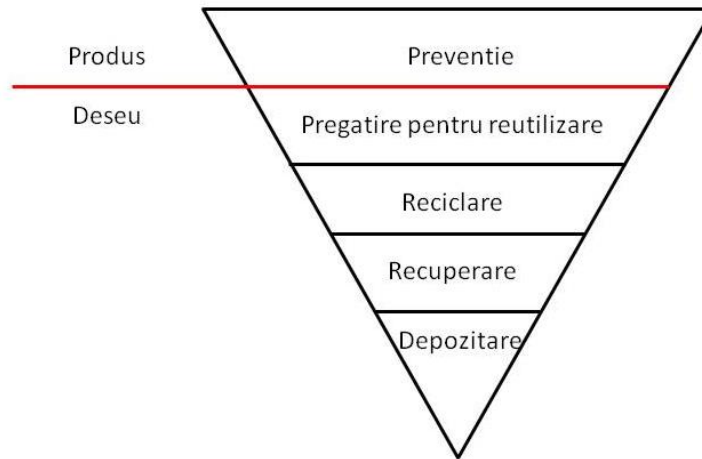


**Figura 2.1** Scara olandeză de prioritizare a deșeurilor

Sursa: Contribuție autor cf. [16]

Ierarhizarea deșeurilor a fost utilizată de unele țări nord europene (Germania și Danemarca) pentru ghidarea politicilor de gestionare a deșeurilor și a devenit unul dintre principiile de bază ale politicilor Comunității Europene. Alte țări membre ale Uniunii Europene, inclusiv Franța și Marea Britanie, au adoptat mai târziu ierarhizarea deșeurilor drept principiu de gestionare, îndepărtându-se de depozitarea controlată a deșeurilor și promovând prevenția și recuperarea [17].

Așa cum a fost introdusă în Directiva Cadru a Uniunii Europene 2008/98/EC, ierarhizarea deșeurilor este un proces care indică o ordine a preferințelor de acțiune pentru reducerea și gestionarea deșeurilor, având ca scop protejarea mediului, conservarea resurselor și diminuarea generării deșeurilor. Ierarhizarea deșeurilor are cinci trepte, acordând prioritate prevenirii. Când deșeurile au fost deja produse prioritatea este acordată reutilizării, reciclării, recuperării (energetice) și în cele din urmă eliminării (Figura 2.2).

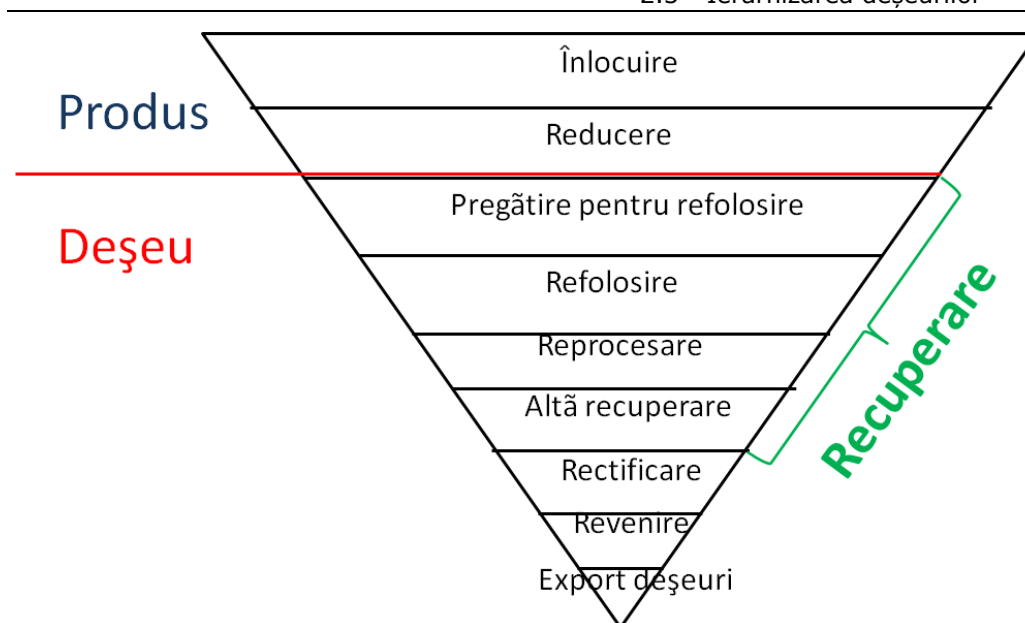


**Figura 2.2 Ierarhizarea deșeurilor din Directiva UE**

Sursa: Contribuție autor după Directiva UE [18]

Prima treaptă a ierarhizării, prevenția, este acceptată incontestabil ca primă prioritate, dar ordinea între treptele ce privesc re folosirea, reciclarea și recuperarea energetică, continuă să fie subiecte de discuție. De aceea, în ciuda încercărilor Uniunii Europene de a armoniza principiile de gestionare a deșeurilor în țările membre prin introducerea Directivelor Europene (Directiva Europeană 94/62/EC privind ambalajele), există diferențe mari de la o țară la alta. În Germania accentul este pus pe reciclare, în timp ce în Franța incinerarea și depozitarea primează iar în Marea Britanie depozitarea este modalitatea cea mai răspândită pentru eliminarea deșeurilor [17].

Ierarhizarea deșeurilor reprezintă cu certitudine o strategie puternică de evitare a depozitării, dar există îndoieli asupra meritelor sale cu privire la reducerea impactului asupra mediului și resurselor naturale. Mai mult decât atât, punerea în aplicare a politicii de ierarhizare a deșeurilor s-a limitat în special la opțiunile situate pe cele mai joase niveluri. Van Ewijk și Stegmann [19] sugerează că limitările ierarhizării își au originea în mai multe aspecte incluzând influențele limitate ale managerilor cu privire la prevenție, clemența față de opțiunile de pe nivelurile inferioare și lipsa de atenție față de opțiunile superioare, precum și lipsa de orientare pentru punerea în aplicare a ierarhiei și pentru utilizarea sa în luarea deciziilor în diferite sectoare.



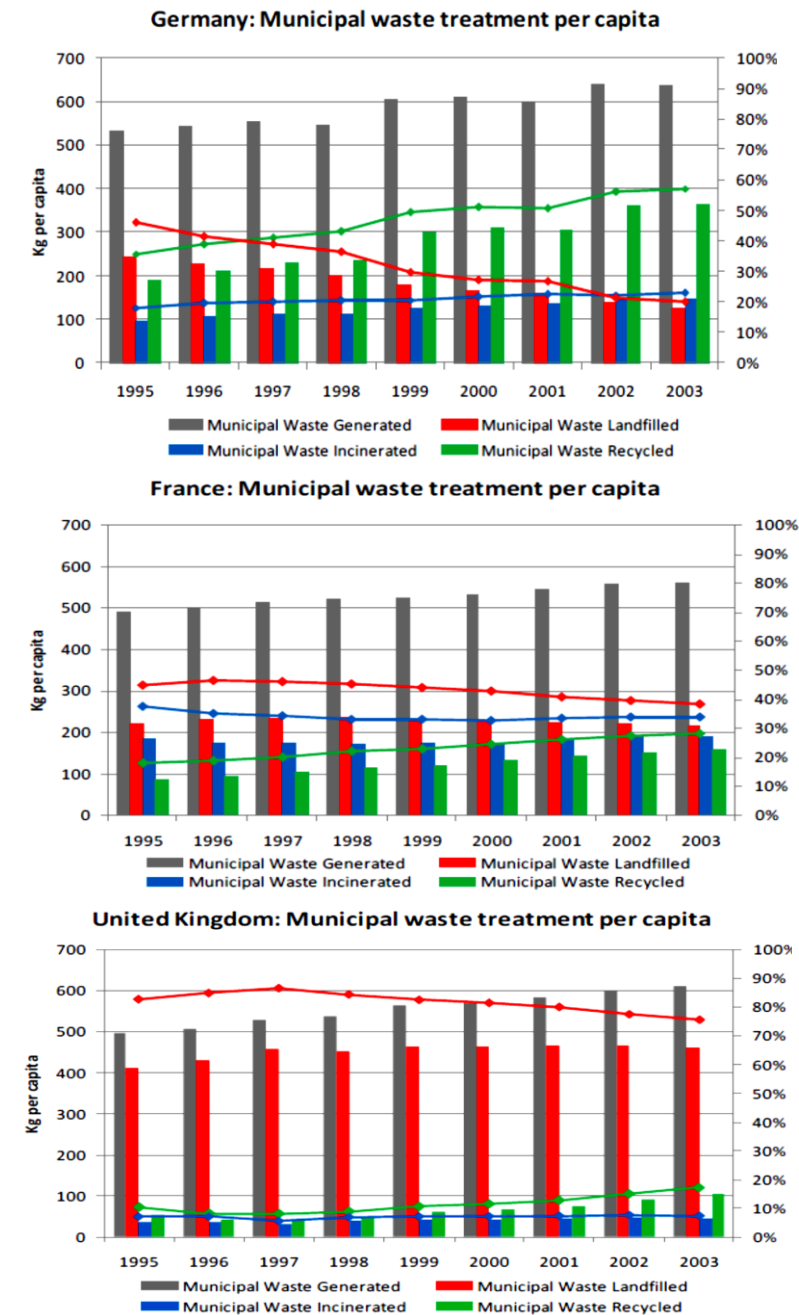
**Figura 2.3 Ierarhizarea de utilizare a resurselor în șase trepte**

Sursa: [20]

Gharfalkar et al. [20] propun o ierarhizare a utilizării resurselor extinsă pe 6 niveluri (Figura 2.3) și sugerează că prin crearea a două categorii de deșeurile, "deșeurile recuperabile" și "deșeurile nerecuperabile", s-ar putea sprijini crearea de instrumente de stimulare sau de descurajare în gestionarea deșeurilor / resurselor, lucru ce ar putea conduce, în cele din urmă, la reducerea consumului de resurse naturale virgine, a generării de deșeurile și a degradării mediului.

În Germania dezvoltarea accelerată și dominanța reciclării (reprezentată cu culoarea verde în graficul din Figura 2.4) și a incinerării cu recuperare energetică se datorează unei implementări stricte, prin intermediul legislației privind ambalajele, a unor cote ridicate de reciclare precum și interdicției de a depozita deșeurile organice netratate.

În Franța cele mai utilizate tehnologii pentru tratarea deșeurilor sunt incinerarea (reprezentată cu culoarea albastră în graficul din Figura 2.4) cu recuperare energetică și depozitarea (culoarea roșie). Deși există cerința de valorificare a tuturor deșeurilor, cu excepția celor reziduale, interpretarea largă a termenului de „deșeurile reziduale” și lipsa unei diferențieri între recuperarea de material și cea energetică au condus la păstrarea tendinței de tratare prin incinerare și de depozitare.



**Figura 2.4** Tratarea deșeurilor municipale în Germania, Franța și Marea Britanie

Sursa: [17]

Marea Britanie este încă extrem de dependentă de eliminarea deșeurilor prin depozitare datorită reticenței de a introduce incinerarea cu recuperare energetică, respectiv a dezvoltării lente a sistemelor de reciclare. Ca urmare, așa cum arată studiul comparativ al lui Mühle et. al [21], dintr-o tonă reprezentativă de deșeuri municipale solide produse în Marea Britanie, peste 650 kg sunt depozitate, producând emisii de 272,7 kg CO<sub>2</sub> echiv., în timp ce în Germania doar 76 kg de deșeuri sunt depozitate, emisiile rezultate situându-se la nivelul de 2,5 kg CO<sub>2</sub> echiv.

Politicile de gestionare a deșeurilor s-au dezvoltat permanent și au apărut cadre, care au permis identificarea celor mai adecvate strategii și inițiative, dintre care ierarhizarea deșeurilor se remarcă prin importanța sa. Ele au făcut necesară utilizarea abordărilor de evaluare a impactului global al deșeurilor asupra mediului.

## 2.4 Evaluarea ciclului de viață

Dintre abordările utilizate pentru evaluarea impactului deșeurilor asupra mediului înconjurător cel mai adesea este folosită abordarea LCA (evaluarea ciclului de viață) care sprijină coerent și sigur instrumentele de politică legate de gestionarea produselor, resurselor naturale și a deșeurilor. Evaluarea ciclului de viață permite cuantificarea impactului de mediu relevant al unui sistem de-a lungul întregului ciclu de viață, tinzând spre o perspectivă holistică, conform căreia semnificația empirică nu se stabilește la nivelul enunțului, ci la nivelul întregului sistem de enunțuri.

Primele metodologii de evaluare a impactului ciclului de viață au apărut înainte de anul 1992 [22]:

1. Metodologia EPS (Strategii Prioritare de Mediu) se bazează pe modelarea punctului final și exprimând rezultate în valori monetare;
2. Metodologia Ecoscarcity Swiss (Ecopunctele) bazată pe distanță până la ținta principală;
3. Metodologia LCM 1992 (Îndrumările Olandeze) bazată pe modelarea punctului de mijloc.

Aceste metodologii au constituit baza a trei școli principale de gândire dezvoltate ulterior.

Încă de la începutul anilor '90 au existat încercări de armonizare a abordărilor, în special din intenția de a evita numeroase metodologii care furnizează eventual rezultate diferite, în funcție de metodologia aleasă, creând confuzie și critică la adresa folosirii evaluării ciclului de viață. Normele ISO 14042 și ISO 14044 au introdus o oarecare standardizare a principiilor de bază, fapt ce a permis multor metode de evaluare a impactului ciclului de viață să fie compatibile cu ISO.

Dar ISO nu oferă o standardizare detaliată, astfel că grupurile de lucru SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) au început pregătirea unui ghid de practici recomandate. Aceste activități au avut ca rezultat un consens destul

de larg asupra celor mai bune abordări, principii de bază și modele, dar nu s-a putut ajunge la un set de metode uniforme, unanim acceptate.

Folosirea tot mai accentuată a metodologiei LCA pentru identificarea strategiilor de prevenire sau de reducere a impactului asupra ecosistemului, a sănătății oamenilor sau a resurselor naturale, precum și dependența calității suportului pentru factorii de decizie politică de calitatea LCA impun o realizare corectă a acestor evaluări.

Din analiza efectuată a mai mult de 220 de studii LCA pentru a stabili dacă sunt respectate standardele ISO și îndrumările Manualului ILCD (International Reference Life Cycle Data) Laurent et al. [23] atrag atenția asupra greșelilor ce pot să apară în realizarea studiilor LCA și formulează o serie de recomandări care vor fi considerate la realizarea evaluării ecologice din cadrul lucrării de doctorat.

## **2.5 Modele de evaluare a ciclului de viață**

În Europa există peste 50 de modele de evaluare a ciclului de viață [24] cu diferite aplicabilități, funcționalități, restricții de licență și costuri. Gentil et al. [25] fac o analiză a opt dintre modelele pentru evaluarea ciclului de viață al deșeurilor, comparându-le din punctul de vedere al unității funcționale, al limitelor sistemului, modelării energiei și modelelor de procese. Aceste metode includ colectarea, transportul, sortarea, reprocessarea materialelor, tratarea termică și biologică și depozitarea. Studiul efectuat atrage atenția asupra faptului că modelele sunt de cele mai multe ori optimizate pentru țările în care au fost dezvoltate, fiind adecvate aplicării în țările de origine și subliniază necesitatea adaptării datelor folosite la condițiile specifice ale țării în care urmează să fie aplicate.

Din analiza lui Gentil et al. [25] lipsește software-ul GaBi (Ganzheitliche Bilanzierung) dezvoltat de Universitatea din Stuttgart, fiind unul din principalele instrumente LCA [26], foarte des utilizat pentru modelarea sistemelor de gestionare a deșeurilor [27] cu toate că acesta este considerat ca fiind un software generic și nu unul dedicat deșeurilor [23].

## **2.6 Strategii de gestionare a deșeurilor**

Gestionarea deșeurilor implică o serie de decizii strategice, tactice și operaționale. Printre acestea se numără: selectarea tehnologiilor de tratare a deșeurilor, locația site-urilor de tratare și depozitare, viitoarele strategii de extindere a capacității site-urilor, alocarea fluxurilor de deșeuri la instalațiile de prelucrare și depozitele de deșeuri, împărțirea teritoriului de deservire în districte, selecția zilelor de colectare pentru fiecare district și pentru fiecare tip de deșeuri, determinarea compoziției flotei, stabilirea rutei și programarea vehiculelor de colectare.

Datorită faptului că sunt luate în considerare fiecare dintre aceste aspecte, gestionarea deșeurilor conduce la rezolvarea mai multor probleme complexe de optimizare. Astfel sistemele computerizate, bazate pe tehnici de cercetare operațională, pot ajuta factorii de decizie în realizarea de economii de costuri remarcabile.

Cele mai multe dintre modelele prezentate în literatura de specialitate au drept scop ghidarea factorului de decizie spre alegerea celei mai bune strategii, selectate dintr-un set de opțiuni. Aceste metode evaluează toate alternativele potrivite pentru fiecare etapă a procesului decizional. În unele cazuri, scopul modelului este simplu, de a optimiza spre exemplu rutele de colectare pentru vehicule. În alte cazuri, scopul este mai complex, ca de exemplu să evalueze strategiile alternative de gestionare a deșeurilor.

Datorită faptului că gestionarea deșeurilor implică factori instituționali, sociali, financiari, economici, tehnici și de mediu, nici un model din cele descrise în literatura de specialitate nu este capabil de a capta diferitele aspecte, demne de luat în considerare. Pe de altă parte, modelele generale, având foarte multe variabile și constrângeri, fac ca rezolvarea lor, prin metodele de uz general, să fie extrem de laborioasă, putând necesita mult timp.

Cercetările realizate de Broitman, Ayalon și Kan [28] demonstrează că prin politici bine definite, reglementări și îndrumări la nivel național, combinate cu un anumit grad de libertate operațională pentru autoritățile locale, în funcție de caracteristicile lor specifice, se poate obține un scenariu optim pentru gestionarea deșeurilor provenite din centrele populate. Atunci când fiecare autoritate locală este capabilă să implementeze schema care i se potrivește cel mai bine și cu cele mai eficiente costuri, în cadrul național de gestionare a deșeurilor, atunci acel sistem agregat câștigă în ceea ce privește diversitatea implementării, sub aspectul integrării politicilor locale și naționale cât și sub aspectul eficienței economice.

Țările dezvoltate au implementat măsuri funcționale și efective prin politici specifice. Principalele motoare utilizate pentru acest scop au fost mișcările de mediu și agendele politice, deficitul de resurse, schimbarea climatică, precum și sensibilizarea și participarea opiniei publice.

Wilson [10] subliniază faptul că acest lucru este de multe ori condus de obiective statutare, mai degrabă decât de valoarea în sine a resurselor, iar reciclarea se practică pentru că este calea corectă și nu pentru că valoarea materialelor recuperate acoperă costurile.

Țările în curs de dezvoltare se confruntă cu măsuri evazive, fac eforturi necoordonate și investesc resurse în sectoare inadecvate [29]. Cu o astfel de situație s-au confruntat și țările sud europene înainte de a deveni membre UE, trebuind acum să asigure implementarea unor măsuri de gestionare integrată a deșeurilor pentru a putea atinge cerințele impuse prin Directivele UE [15].

## 2.7 Colectarea selectivă

Un studiu de caz cu metodologia LCA a fost efectuat pentru orașul Aalborg din Danemarca și evidențiază efectul pozitiv asupra încălzirii globale pe care îl are îndepărtarea din ultimii 40 de ani a fluxului de deșeuri de la depozitarea necontrolată [30]. O semnificație deosebită în acest sens o are creșterea cantităților de materiale reciclate și a eficienței recuperării energetice.

Pentru consolidarea reciclării, colectarea selectivă joacă un rol important în multe țări europene cu o lungă tradiție. În Charlottenburg (Berlin), spre exemplu, a fost introdus încă din anul 1903 un sistem cu trei recipiente de colectare: unul pentru cenușă și resturi, altul pentru materiale refolosibile precum hârtie, sticle, metale și textile iar cel din urmă pentru resturile de la bucătărie [31].

Uniunea Europeană impune, prin Directiva Europeană 94/62/EC, cote pentru recuperarea și reciclarea deșeurilor provenite de la ambalaje, pe care fiecare stat membru trebuie să le respecte. Pentru a se putea atinge aceste cote sunt necesare sisteme de colectare selectivă. Sistemul „punctul verde” creat în Germania („Der Grüne Punkt”) a fost, între timp, preluat și de către alte țări, Portugalia fiind un astfel de exemplu [32].

Studiul efectuat în Portugalia [33] demonstrează că lipsa stimulentei este unul dintre motivele principale pentru care sistemele de reciclare înregistrează o performanță scăzută. În prezent, compania portugheză Punctul Verde suportă doar 77% din costurile financiare ale sistemelor de reciclare, costul unitar de colectare și triere a deșeurilor de ambalaje fiind estimat la 204 €/tonă colectată [34].

Reciclarea este în mod incontestabil de preferat incinerării, însă există factori ce trebuie luați în considerare la planificarea sistemelor de gestionare a deșeurilor pentru a rămâne în zona rentabilității. Materialele reciclabile pot fi, în multe cazuri, transportate pe distanțe destul de lungi fără a compromite beneficiul reciclării, atâta timp cât sunt utilizate mijloacele potrivite de transport. În cazul hârtiei transportul cu camionul pe distanțe de până la 3100 km, sau în sistem cargo, pe distanțe până la 19200 km nu afectează rentabilitatea reciclării [35]. Pentru alte materiale precum plasticul, mijloacele și distanțele de transport ar trebui luate în considerare și analizate cu atenție atunci când se evaluează beneficiile reciclării.



## **3 GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN GERMANIA**

### **3.1 Istoria gestionării deșeurilor în Germania**

Deși în Germania gestionarea deșeurilor are o istorie îndelungată (Capitolul 2.1), acestea au fost, în cea mai mare parte, depozitate la gropi de gunoi, ale căror amplasări erau alese la întâmplare. cf. [11].

Depozitarea controlată a deșeurilor în Germania a fost reglementată în anul 1972, când s-a adoptat legea eliminării deșeurilor, prin care se prevedea etanșarea depozitelor, colectarea gazelor și tratarea levigatului. Acestei legi i-au fost aduse unele modificări în anul 1986, când a fost introdusă prioritizarea prevenirii deșeurilor, valorificarea având întâietate în fața depozitării și a incinerării [11].

La începutul anilor '70 s-a introdus colectarea selectivă a sticlei, în containere stradale. Apoi a început să fie colectată selectiv și hârtia. Ulterior s-a implementat sistemul cu două pubele, pentru colectarea selectivă a resturilor și a materialelor refolosibile. Cu timpul, sistemul a evoluat și s-a introdus ce-a de-a treia pubele pentru colectarea deșeurilor de natură organică.

Anul 1991 a marcat introducerea legii privind deșeurile de ambalaje. Ca urmare, producătorii au fondat societatea Duale System Deutschland GmbH (DSD), care se ocupa de colectarea și valorificarea ambalajelor denumite "Der Grüne Punkt"/punctul verde (datorită inscripționării, Figura 3.1). Inscripționarea era folosită numai de către producătorii care aveau un contract încheiat cu DSD pentru folosirea licenței, pentru produsele pe care le aduc pe piață. Pentru consumator această licență este un indicator care arată că toate costurile provocate de colectare, sortare, și reciclare sunt acoperite de către industrie și comerț. Așadar inscripționarea „Der Grüne Punkt” este o licență și nu o etichetare ecologică, cum a fost adesea greșit interpretată.

În anul 1998 Societatea Duale System Deutschland GmbH a pierdut poziția de monopol de care se bucura. Treptat au început să fie create condiții pentru apariția altor societăți, încercându-se constant consolidarea concurenței pe această piață. În anul 2012 existau 10 operatori iar cota de piață a DSD se redusese la 44% [36].



**Figura 3.1 Ambalaj inscripționat cu "Der Grüne Punkt"**

Sursa: Poză originală a autoarei

Adoptarea Legii cu privire la reciclarea și gestionarea deșeurilor și mai apoi a Ordonanțelor care i-au urmat au însemnat un pas foarte important de la o gestionare a deșeurilor bazată pe efectele de eliminare către una al cărei scop primordial era reciclarea. Însăsprirea treptată a cadrului legislativ a condus la situația actuală, în care gestionarea controlată a deșeurilor se reflectă printr-un aport semnificativ în dezvoltarea durabilă a Germaniei.

Gestionarea deșeurilor a căpătat, în același timp, și o semnificație economică producând cifre de afaceri de aproape 40 miliarde €, atinse prin cotele mari de reciclare, având ca rezultat producerea de energie și de materii prime secundare, extrem de valoroase [37].

Următorul pas important pentru gestionarea controlată a deșeurilor în Germania l-a constituit interzicerea depozitării deșeurilor netratate, intrată în vigoare la data de 1 iunie 2005. Încheierea perioadei în care deșeurile puteau fi eliminate cu ușurință și cu costuri reduse, coroborată cu creșterea costurilor pentru incinerare au determinat sporirea motivației de a colecta selectiv și de a valorifica toate materialele ce pot fi reutilizate.

### **3.2 Ghidurile de procedură în Germania – statul federal Brandenburg**

Câteva din statele federale germane au stabilit obligativitatea analizelor prin sortarea deșeurilor și au întocmit ghiduri de procedură pentru acest scop.

Ghidurile servesc autorităților pentru a îmbunătăți calitatea investigării deșeurilor solide municipale. Investigările realizate pe baza acestor ghiduri furnizează date comparabile, caracterizate printr-un coeficient de încredere determinat. În continuare, se va prezenta ghidul de procedură al statului federal Brandenburg.

### 3.2.1 EVALUAREA CANTITATIVĂ

Cantitatea de deșeuri menajere se determină prin cântărire. Cântărirea trebuie să se desfășoare sub forma unui sondaj complet, de-a lungul unui an întreg, în cadrul unei instalații de depozitare sau al unei de reciclare. Atunci când un astfel de sondaj detaliat nu este posibil sunt acceptate și unele sondaje parțiale. Eșantioane reprezentative se ridică direct de la sursă, sau de la instalațiile de tratare. Acestea se cântăresc la fața locului, în cazurile în care, în cadrul instalației de tratare unde se efectuează investigarea, există riscul de amestecare a deșeurilor domestice cu cele comerciale.

### 3.2.2 EVALUAREA CALITATIVĂ

În majoritatea cazurilor este necesară și investigarea compoziției deșeurilor atunci când se determină cantitățile. Alegerea metodei ce urmează a fi aplicată pentru determinarea compoziției depinde de tipul deșeurilor supuse analizei. În cazul resturilor menajere, al deșeurilor organice sau al celor reciclabile (colectate în containere separate) se poate aplica, numai analiza prin sortare. În cazul deșeurilor cu volum mare se poate aplica și metoda inspecției vizuale.

Anotimpurile sunt un factor care influențează foarte mult compoziția deșeurilor și din acest motiv, ar trebui realizate 4 campanii de sortare de-a lungul anului, câte una în fiecare anotimp. Un alt aspect care trebuie luat în considerare pentru perioada rece, este necesitatea încălzirea locuințelor, acest fapt putând influența compoziția prin prezența sau absența cenușei în deșeuri.

La planificarea analizelor de sortare singulare, trebuie să se ia în considerare și să se evite desfășurarea acestora în perioadele de vacanța sau concedii, pentru că rezultatele ar putea să fie deformate.

Analiza vizuală poate fi folosită, ca metodă de investigare, doar în cazul unor materiale foarte omogene, pentru care este posibilă o clasificare vizuală. Această metodă este aplicabilă atunci când gradul de amestec al deșeurilor este scăzut, grupurile de substanțe sunt în număr redus iar o analiză de sortare este exclusă din motive materiale.

Atât analiza de sortare cât și investigarea sub formă vizuală se realizează pe eșantioane. La analizele de sortare, eșantioanele sunt colectate de la sursă, apoi sunt sortate și în cele din urmă se va recurge la determinarea compoziției procentuale prin cântărire.

În cazul analizei vizuale deșeurile sunt investigate la livrarea în instalația de tratare sau de depozitare. Din deșeurile voluminoase sunt prelevate eșantioane direct la

sursă. Volumul diferitelor fracții este determinat prin clasificare vizuală, fiind apoi convertit în greutate.

Tipul de deșeuri influențează atât planificarea și punerea în aplicare a colectării de eșantioane, cât și evaluarea acestora.

În afară de analiza directă, prin sortare, compoziția materială a deșeurilor mai poate fi determinată și printr-o analiză indirectă, numită stratificare. Acesta presupune evaluarea statisticilor de utilizare, pe baza cărora se estimează apariția unor anumite tipuri de deșeuri. Această metodă are un nivel crescut de incertitudine. De cele mai multe ori, astfel de statistici sunt indisponibile iar datele obținute au variații prea mari pentru a putea fi trase concluzii juste.

Analizele de sortare presupun costuri ridicate și sunt laborioase, dar datele colectate sunt mult mai sigure și, din acest motiv, au un rol principal în elaborarea conceptelor de gestionare a deșeurilor menajere din centre populate.

### 3.2.3 CATEGORIILE DE DEȘEURI

Categoriile de deșeuri sunt împărțite în subcategorii așa cum este detaliat în Tabelul 3.1.

**Tabelul 3.1 Categoriile și subcategoriile de deșeuri**

Sursa: [38]

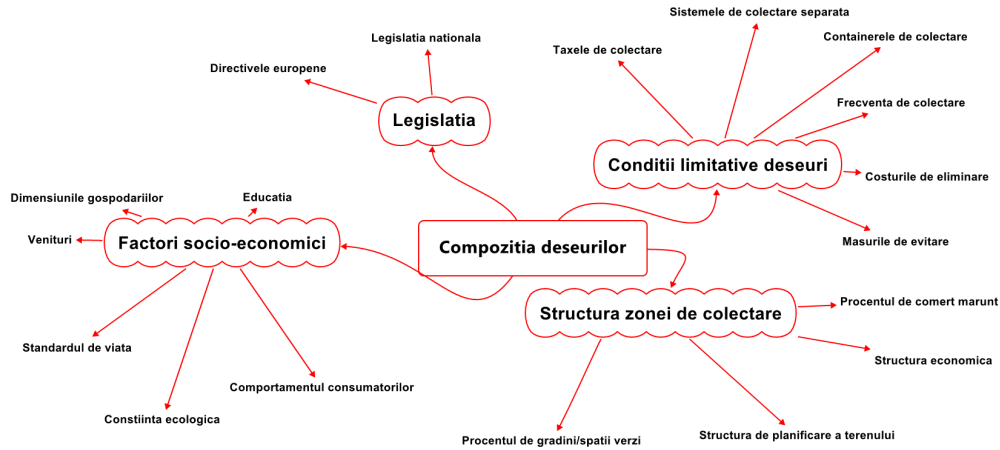
Categorii	Subcategorie nivel 1	Subcategorie nivel 2
Metale feroase	Ambalaje feroase	Conserve Benzi de împachetat Alte ambalaje feroase
	Alte metale feroase	Alte produse din metale feroase
Metale neferoase	Ambalaje din aluminiu	Conserve/cutii de băuturi din aluminiu Alte ambalaje din aluminiu
	Alte ambalaje neferoase	Ambalaje neferoase Capsule din plumb Alte ambalaje neferoase
	Alte metale neferoase (altele decât ambalaje)	Alte metale neferoase (altele decât ambalaje)
Hârtie/Carton	Ambalaje din hârtie/carton	Hârtie Carton ondulat Veselă de unică folosință Alte ambalaje din hârtie/carton

	Material tipărit din hârtie/ carton	Ziare Reviste Cărți Hârtie administrativă Alte materiale tipărite din hârtie/ carton
	Alte materiale din hârtie/ carton	Mobilă din carton Altă hârtie (decât ambalaje și materiale tipărite)
Sticlă	Ambalaje de sticlă (de unică folosință)	Sticlă incoloră Sticlă maro Sticlă verde Alte ambalaje din sticlă (de unică folosință)
	Ambalaje reutilizabile de sticlă	Ambalaje reutilizabile de sticlă
	Tuburi de sticlă (altele decât ambalaje)	Tuburi de sticlă Pahare Sticlă medicală Alte tuburi de sticlă decât ambalaje
	Altă sticlă decât ambalaje și tuburi	Sticlă plată Altă sticlă decât ambalaje și tuburi
Plastic	Ambalaje de plastic	Pahare Blister Folie Spumă de plastic Tuburi Tacâmuri de unică folosință Benzi de împachetat Alte ambalaje de plastic
	Alte produse din plastic decât ambalaje	Folii Rame de ferestre Conducte Material izolant Mobilă din plastic Alte produse din plastic decât ambalaje
Degradabil	Deșeuri de bucătărie	Carne, pește, oase, resturi gătite, alte resturi de la bucătărie

	Deșeuri de grădină	Frunze Crengi și bucăți de lemn Iarbă tunsă Flori tăiate și plante de ghiveci Alte deșeuri de grădină
	Alte deșeuri degradabile	Ambalaje biodegradabile Hârtie igienică Alte deșeuri organice
Lemn	Ambalaje de lemn	Ambalaje de lemn
	Alte produse din lemn	Mobilier de lemn Alte produse din lemn
Textile	Articole de îmbrăcăminte textile	Articole de îmbrăcăminte textile
	Alte textile	Textile menajere (pături, prosoape, draperii, covoare)
	Pantofi	Pantofi
Mineral material (no glass)	Ceramică	Ambalaje din ceramică Alte produse din ceramică
	Alte materiale minerale	Alte materiale minerale
Compozite	Ambalaje composite	Compozit din hârtie Compozit din plastic Compozit din aluminiu Cutii de carton pentru băuturi Alte ambalaje composite
	Deșeuri electronice	Produse "albe" (aparatură electrocasnică) Produse "maro" (aparatură de întreținere și divertisment) Produse IT
	Mobilă compozită	Mobilier tapisat Saltele Alte obiecte de mobilier compozit
	Piese de autovehicule	Piese de autovehicule
	Alte materiale compozite	Alte materiale compozite
Materiale contaminante	Baterii	Baterii
	Medicamente expirate	Medicamente expirate

	Produse chimice expirate	Produse chimice expirate
	Materiale conținând resturi de ulei	Materiale conținând resturi de ulei
	Alte materiale contaminante	Alte materiale contaminante
Alte materiale decât cele anterior menționate	Piele	Ambalaje de piele Alte obiecte din piele
	Cauciuc	Ambalaje de cauciuc Alte obiecte din cauciuc
	Plută	Ambalaje de plută Alte obiecte din plută
	Produse igienice	Scutece Alte articole de igienă
	Alte resturi	Alte materiale nemenționate
Resturi	Doar în cazul analizelor de sortare	

Compoziția deșeurilor depinde de o serie de factori (Figura 3.2, reprezentată mărit în Anexa A1), pornind de la cei socio-economici cum ar fi standardul de viață, veniturile, educația sau conștiința ecologică a populației, continuând cu factorii legislativi (legislația națională și cea europeană). Structura zonelor de colectare are, de asemenea, impact semnificativ asupra compoziției deșeurilor, spre exemplu o suprafață mare de spații verzi și parcuri determinând prezența unui procent ridicat de deșeuri vegetale. Prin condiții limitative cum ar fi taxele și frecvența de colectare sau costurile de eliminare se poate exercita control asupra compoziției deșeurilor.



**Figura 3.2 Factorii determinanți pentru compoziția deșeurilor**

Sursa: Contribuție autor după [39]

### 3.2.4 CARACTERIZAREA DEȘEURILOR

Parametrii cei mai adesea investigați în analiza deșeurilor sunt următorii:

- Conținutul de apă;
- Pierderea la calcinare;
- Fermentarea;
- Permeabilitatea;
- Auto-încălzirea;
- Valoarea calorică (netă/ brută).

Pe baza lor se pot caracteriza materialele componente, atât din punct de vedere chimic cât și fizic, oferind informații semnificative pentru diferite aplicații. Conținutul de apă este relevant pentru tratarea biologică a deșeurilor biodegradabile. Pierderea de greutate, numită pierdere prin calcinare, corespunde substanțelor organice și servește pentru determinarea conținutului de substanță biodegradabilă, fiind importantă pentru producerea de compost. Testul de fermentare este relevant pentru determinarea producției de biogaz. Permeabilitatea este importantă pentru determinarea activității biologice a materialului. Testul de auto-încălzire este relevant pentru evaluarea calității compostului (gradul de degradare). Valoarea calorică este un parametru semnificativ în cazul recuperării energetice [39].



## 3.2.5 COLECTAREA SELECTIVĂ

Colectarea tradițională a deșeurilor a devenit tot mai puțin practică. Creșterea nivelului de conștientizare ecologică și legislația europeană, care a fost transpusă în legislația națională a țărilor membre, sunt doi dintre factorii semnificativi care susțin colectarea selectivă a deșeurilor. Sistemul de colectare selectivă are câteva dezavantaje, din care se enumără: efortul logistic sporit; efortul crescut din partea generatorilor de deșeuri pentru a face separarea; dependența calității materialelor, a eficienței colectării și a fezabilității economice de gradul de motivare și gradul de participare al populației. Cu toate acestea avantajele sunt compensatorii.

În Tabelul 3.2 sunt prezentate câteva exemple de frecvențe de colectare pentru diferite categorii de deșeuri.

**Tabelul 3.2 Frecvențe de colectare**

Sursa: [39]

Categoria de deșeuri	Frecvența de colectare
Deșeuri reziduale	săptămânal
	la 2 săptămâni
	lunar
	de câteva ori/săptămâna*
Deșeuri biodegradabile	săptămânal
	la 2 săptămâni
Ambalaje	la 2 săptămâni
	lunar
Hârtie	la 2 săptămâni
	lunar
Deșeuri voluminoase	lunar
	la cerere

\*În zone dens populate, zone industriale, etc.

### 3.3 Fluxurile și categoriile de deșuri

În momentul de față în gospodăriile germane sunt colectate selectiv și valorificate mai mult de 10 fluxuri de deșuri. În funcție de fracțiune, aceste fluxuri sunt fie preparate spre a fi reciclate, recuperate energetic sau preparate pentru depozitare. În cele ce urmează se analizează fiecare flux de deșuri ce se debarasează în gospodărie.

#### 3.3.1 RESTURILE MENAJERE

Resturile menajere nereciclabile sunt colectate în majoritatea localităților într-o pubeleă gri sau neagră. Aceste pubele sunt ridicate o dată la două săptămâni. Colectarea se face fie de către autoritățile locale, fie de către firme private de salubritate, iar taxele sunt stabilite în funcție de volumul pubelelor (60l, 80l, 120l, 240l, 770l, 1100l). Deșeurile sunt tratate în stații mecano-biologice sau sunt incinerate.

În cazul tratamentului în stațiile mecano-biologice se extrag materialele re folosibile precum fracțiunea cu putere calorifică ridicată (din care se prepară combustibil derivat din deșuri) și metalele feroase și neferoase iar resturile sunt inertizate. Inertizarea se face fie prin compostare, fie prin fermentare. În urma compostării rezultă un material inert, care însă nu are calitățile necesare compostului, motiv pentru care este transportat la depozitele de deșuri.

În cazul în care tratarea se face prin fermentare anaerobă se obține biogaz, care fie este folosit pentru nevoile proprii ale stației de tratare, fie este trimis pentru alimentarea rețelilor energetice sau termice. Resturile provenite din fermentare sunt uscate și apoi transportate la depozite.

Incinerarea resturilor menajere permite recuperarea energetică și alimentarea rețelilor energetice și termice.

#### 3.3.2 AMBALAJELE „DER GRÜNE PUNKT”

Ambalajele cu licența „Der Grüne Punkt” sunt colectate în saci sau în pubele de culoare galbenă. Colectarea se face în mod gratuit de către Duales System Deutschland (DSD), iar sistemul este finanțat prin sumele achitate de către producători și comercianți, care au obligativitatea de a plăti un tarif pașal pentru ambalajele pe care le scot pe piață. Avantajul folosirii sacilor galbeni este faptul că, datorită transparenței acestora, lucrătorii de salubritate pot efectua în timpul colectării o inspecție vizuală a conținutului, și în cazul constatării prezenței unor materiale necorespunzătoare pot să refuze colectarea lor. După colectare, ambalajele sunt separate pe categorii de materiale la o stație de sortare și apoi transportate către firmele care se ocupă cu reciclarea lor.

### 3.3.3 AMBALAJELE FĂRĂ LICENȚĂ „DER GRÜNE PUNKT”

Cu toate că există obligativitatea producătorilor de a plăti pentru ambalajele pe care le aduc pe piață, există și producători care scot pe piață produse ambalate, fără a avea licență „Der Grüne Punkt”. În acest caz ei au obligația de a asigura preluarea acestor ambalaje după folosire. Există lanțuri de magazine (de tip supermarket sau drogherii) care au organizate în fiecare filială astfel de stații unde pot fi depuse ambalajele provenind de la magazinul respectiv (Figura 3.3).



**Figura 3.3 Punct de colectare a materialelor reciclabile**

Sursa: Poză originală a autoarei

În practică însă consumatorii returnează extrem de rar ambalajele fără licență la centrele de colectare de la magazine. Soluția adoptată de cei mai mulți consumatori este debarasarea acestora în sacul/pubela galben(ă), sau în pubela de resturi menajere.

### 3.3.4 AMBALAJELE PENTRU BĂUTURI

În cazul ambalajelor pentru băuturi se diferențiază între ele prin următoarele: sticle (de plastic sau de sticlă); doze de aluminiu; cutiile Tetra Pak.

În cazul sticlelor se face diferențierea între ambalaje de unică folosință (de plastic, tip PET) și cele re folosibile (de sticlă).

Cele de unică folosință sunt în majoritate integrate în sistemul DSD, având specificația că sunt contra garanție și sunt marcate cu logo-ul DPG (Deutsche Pfandsystem GmbH) și cu un cod de bare ( Figura 3.4 și Figura 3.5).

Atunci când nu sunt integrate în sistemul DSD și deci nu au licența „Der Grüne Punkt” pot fi returnate la filialele supermarketului sau al drogheriei care le comercializează.



**Figura 3.4 Inscriciunea pe sticla de unică folosință**

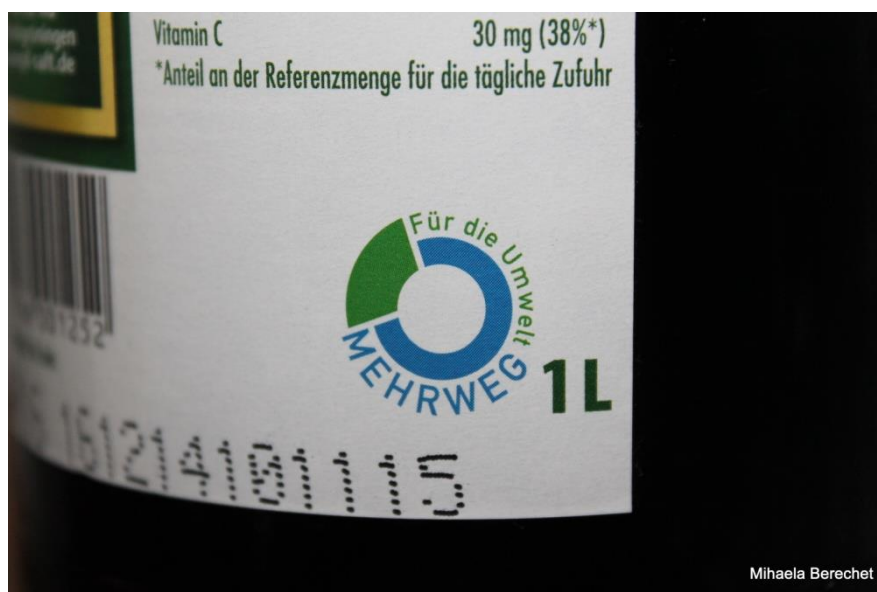
Sursa: Poză originală a autoarei



**Figura 3.5 Logo-ul DPG cu cod de bare**

Sursa: Poză originală a autoarei

Deși în cazul ambalajelor refolosibile (de sticlă) marcarea nu este obligatorie, acestea poartă din ce în ce mai des inscripționările de re folosire precum cele din Figura 3.6 și Figura 3.7).



**Figura 3.6 Inscripționarea sticlelor refolosibile**

Sursa: Poză originală a autoarei



**Figura 3.7 Embleme pentru sticlele refolosibile**

Sursa: Poză originală a autoarei

Ambalajele prevăzute cu garanție pot fi returnate la punctele de colectare, situate de regulă în supermarketuri, acolo putându-se recupera și garanția. În Figura 3.8 se pot vedea două aparate automate, pentru returnarea sticlelor. Aceste aparate scanează codul de bare de pe sticle și recunosc apartenența sticlei la sistemul de garanție, eliberând un bon cu suma pe care consumatorul o poate recupera de la casele din supermarket.



**Figura 3.8** Aparate pentru returnarea sticlelor cu garanție

Sursa: Poză originală a autoarei

În Tabelul 3.3 sunt evidențiate garanțiile specifice diferitelor tipuri de ambalaje.

**Tabelul 3.3** Garanțiile stabilite pe tipuri de ambalaje

Sursa: [40]

Tip de ambalaj	Garanție (eurocenti)/unitate ambalaj
Sticlă re folosibilă de bere	8
Sticlă re folosibilă de bere cu capac atașat	15
Sticlă re folosibilă de apă	15
Sticlă re folosibilă de băuturi răcoritoare	15
Sticle de vin de 1l	2 - 3
Sticlă de plastic (unică folosință) sau doză de aluminiu	25

Cutiile Tetra Pak sunt folosite pentru lapte și sucuri. Datorită faptului că ele se comercializează în cantități relativ mici s-a ajuns la concluzia că eforturile de recuperare cauzate prin introducerea unei garanții sunt nejustificate, de aceea ele sunt colectate în sacul galben sau în pubela galbenă.

După colectare, cutiile Tetra Pak sunt separate într-o stație de sortare apoi transportate la societățile care se ocupă cu reciclarea acestora. Ele sunt alcătuite

dintr-un material compozit, din fibre de celuloză, folie de PE și aluminiu. După sortare și spălare sunt introduse în apă, unde fibrele de celuloză se desprind de PE și aluminiu. Aceste fibre se folosesc apoi în industria hârtiei. Resturile sunt mai departe prelucrate pentru a separa folia de PE de aluminiu sau sunt recuperate prin incinerare.

Ambalajele refofosibile sunt înapoiate după colectare producătorilor, care se ocupă de pregătirea lor pentru refofosire, asigurând verificarea și curățarea lor.

Ambalajele de unică folosință din plastic (PET) sunt presate și transportate la firmele care se ocupă cu reciclarea lor. După sortare, acestea se mărunțesc și se spală, se usucă și apoi se topesc și se extrudează, obținându-se un material re-granulat. Din material re-granulat se pot produce noi ambalaje sau alte produse de plastic (genți sau sacoșe de cumpărături) sau sunt folosite la producerea de fibre pentru industria textilă.

Pentru informarea populației cu privire la modalitățile de reciclare ale sticlelor PET, lanțul de magazine Lidl, spre exemplu, a instalat în apropierea aparatelor de colectare a sticlelor un panou în care explică ce se întâmplă cu sticlele după predarea la magazin (Figura 3.9).



**Figura 3.9 Afize de informare privind reciclarea PET-urilor**

Sursa: Poză originală a autoarei (într-un magazin Lidl)

### 3.3.5 MACULATURA

Hârtia, inclusiv cea de ambalaj, inscripționată cu "Der Grüne Punkt" este colectată în pubele verzi sau albastre cu volume de 120, 240, 770 sau 1100 l. Colectarea se face la intervale de 2-4 săptămâni iar taxele sunt incluse în cele pentru colectarea resturilor menajere.

Maculatura este transportată la societățile din industria hârtiei unde este sortată pe categorii de calitate, se mărunțește și se prelucrează, se amestecă cu apă pentru a recupera fibrele de celuloză și se înlătură cerneala. Fibrele de celuloză recuperate se folosesc apoi la producerea de hârtie de ziar și de birou, hârtie igienică sau carton.



### 3.3.6 STICLA

Sticla de ambalaj, inclusiv cea inscripționată cu "Der Grüne Punkt", este colectată în containere stradale și se separă în funcție de culoare (alb, verde și maro). Aceste containere sunt golite la intervale cuprinse între 2 și 4 săptămâni.

Sticla colectată ajunge într-o stație de prelucrare unde este sortată și mărunțită. Se îndepărtează hârtia cu ajutorul unor aspiratoare, și metalele cu ajutorul unor magneți. Cioburile de sticlă se cern, se îndepărtează culorile necorespunzătoare sau alte impurități, după care se topesc și se toarnă în forme noi.

### 3.3.7 DEȘEURILE ORGANICE

În ultimul timp s-a extins și colectarea selectivă a deșeurilor organice, dar acoperirea nu este încă la nivel național. În zonele cu locuințe uni-familiale, care au grădini, se încurajează compostarea individuală a deșeurilor organice și utilizarea compostului la îmbunătățirea calității solului din grădini. Acolo unde este deja implementat un sistem pentru colectarea deșeurilor organice, acestea sunt fie transportate la stațiile de compost, unde, împreună cu deșeurile vegetale din grădini și parcuri, sunt prelucrate pentru producerea de compost, sau se aplică o a doua opțiune pentru tratarea deșeurilor organice, și anume fermentarea, pentru producerea de biogaz cu care se pot alimenta rețelele energetice și termice.

### 3.3.8 DEȘEURILE PROVENITE DIN CONSTRUCȚII ȘI DEMOLĂRI

Deșeurile provenite din construcții și demolări sunt transportate de către producător la centre de colectare, plata efectuându-se la fața locului, în funcție de cantitate.

La centrul de colectare se sortează pe categorii de materiale, extrăgându-se metalele și lemnul. Metalul se prepară, se topește și se toarnă în lingouri, putând fi folosit din nou în producție. Lemnul se folosește la fabricarea plăcilor aglomerate.

Pentru deșeurile minerale principalul mod de valorificare este folosirea lor în construcția de drumuri sau ca material de umplură.

### 3.3.9 DEȘEURILE CU VOLUM MARE

Deșeurile cu volum mare (mobilier, aparatură electrocasnică cu volum mare etc.) sunt colectate la solicitarea producătorului. În Stuttgart, ridicarea acestora se face gratuit, de 2 ori pe an, în Mainz de 4 ori, în timp ce în alte localități se face contra

cost, ca de exemplu în München, unde taxele se stabilesc în funcție de timpul necesar lucrătorilor de la salubritate pentru a încărca materialul, sau în Berlin, în funcție de volumul aproximativ al deșeurilor.

După colectare, urmează sortarea deșeurilor cu volum mare. Se separă materialele reciclabile, cum ar fi cele din lemn, metal, plastic și hârtie sau carton. Aceste materiale reciclabile sunt, în continuare, prelucrate pentru a putea fi reciclate.

Materialele inutilizabile (mochete, saltele) sunt folosite sub formă de combustibil derivat din deșeuri în centrale termoelectrice sau în fabricile de ciment.

### 3.3.10 MATERIALELE TEXTILE ȘI ÎNCĂLȚĂMINTEA

Materialele textile și încălțăminte sunt colectate în containere stradale de către diverse instituții de caritate. După colectare, se realizează sortarea, hainele și încălțăminte în stare bună sunt donate iar resturile sunt reciclate, obținându-se, spre exemplu, cârpe de curățat.

### 3.3.11 APARATURA ELECTROCASNICĂ

Aparatura electrocasnică este preluată în mod gratuit la centrele de colectare, unde se demontează și se separă materialele re folosibile pe categorii (plastic, sticlă, metal, lemn etc.), fiind pregătite pentru reciclare, iar eventualele materiale toxice sunt izolate și eliminate.

### 3.3.12 MATERIALELE PERICULOASE ȘI TOXICE

Materialele periculoase (îngrășăminte, substanțe toxice, lacuri, vopsele, solvenți etc.) sunt preluate gratuit fie la centrele de colectare, fie de către vehicule speciale care au program și trasee prestabilite.

La centrele de colectare sunt efectuate analize și, în funcție de natura materialului, se stabilește modalitatea de preparare. Cele care nu pot fi re folosite sunt recuperate energetic prin incinerare.

Uleiurile vechi de la autovehicule sunt colectate la service-uri auto, în recipiente speciale. Uleiurile de gătit, în cantități mici, pot fi aruncate în pubela de resturi menajere. Cantitățile mai mari pot fi predate împreună cu materialele periculoase și toxice.

### 3.3.13 BATERIILE PROVENITE DE LA APARATURA CASNICĂ ȘI ACUMULATORII AUTO

În anul 2009 a intrat în vigoare o nouă lege privind bateriile și acumulatorii, care prevede responsabilizarea producătorilor. Bateriile vechi sunt colectate selectiv, cel mai adesea în magazine de specialitate care comercializează baterii. Pentru acumulatori a fost introdusă o garanție, pe care cumpărătorul o plătește în momentul achiziționării, și pe care o poate recupera la sfârșitul ciclului de viață al acumulatorului, în momentul în care îl returnează la un centru de colectare. Centrele de colectare se află de obicei fie la magazinele de specialitate, care se ocupă cu comercializarea de acumulatori sau de autoturisme, fie la service-uri auto. Valoarea garanției este stabilită la suma de 7,5 €. Acumulatorii pot fi predați gratuit și la centrele de colectare a materialelor reciclabile, caz în care nu se poate recupera garanția plătită la achiziționare, dar se poate primi o mică recompensă financiară de cca. 2 – 4 €.

Acumulatorii sunt goliți de conținutul de acid, fiind apoi mărunțiți. Plasticul și plumbul se separă, după care urmează prepararea materialelor pentru a fi reciclate și refolosite la producerea de noi acumulatori.

Bateriile sunt de asemenea mărunțite, după ce se separă metalele conținute Li, Ni, Zn, Cd, Pb și Hg. După separare, metalele se prelucrează și se reciclează, putând fi utilizate, din nou, în producție.

### 3.3.14 DEȘEURILE VEGETALE PROVENITE DIN GRĂDINI

Pentru deșeurile provenite din grădini există soluții diferite. În Stuttgart, spre exemplu, pot fi ridicate gratuit la cerere (în lunile de primăvară și toamnă) sau pot fi depuse la centre de colectare gratuit, atunci când cantitatea nu depășește 2 m<sup>3</sup>. În alte localități, ca spre exemplu Berlin, ridicarea se face contra cost, iar taxele sunt stabilite în funcție de cantitatea deșeurilor vegetale. Depunerea cantităților mici din aceste deșeuri se face în mod gratuit, la centrele de colectare.

Frunzele și iarba sunt compostate, obținând astfel substrat și compost pentru plante.

## 3.4 Statistica deșeurilor

În Germania se produc anual cca. 190 mil. tone deșeuri provenite din construcții (90% se revalorifică), 90 mil. tone deșeuri industriale (din care se reciclează 77%) și 37 mil. tone (463 kg/loc) deșeuri menajere (69% sunt valorificate datorită colectării selective de către populație) [41].

La depozit ajung cca. 17,5%, cantitate aflată în continuă scădere, datorită interdicției prin legea din 2005 a depozitării deșeurilor netratate [41].

În Germania 13,5% din deșeurile municipale sunt incinerate în 68 de stații de incinerare. Cu toate că din ele se produce energie electrică și termică ce se comercializează, valorificarea nu compensează eforturile financiare. Incinerarea rămâne, în prezent, cea mai scumpă cale de eliminare a deșeurilor și stațiile de incinerare sunt din ce în ce mai mult folosite sub capacitate ca urmare a faptului că o cantitate din ce în ce mai mare de deșeuri este supusă reciclării [41].

Cu toate că reciclarea joacă un rol din ce în ce mai important, 60% din aparatura electrică debarasată, 40% din deșeurile organice și 30% din ambalaje ajung încă în circuitul deșeurilor reziduale, ratându-se astfel șansa reciclării lor.

În anul 2013 colectarea selectivă avea următoarele rezultate:

-60% deșeuri organice au fost colectate selectiv, 99% reciclându-se (cca. jumătate compost, iar cealaltă jumătate biogaz), resturile de digestație fiind folosite în agricultură (acolo unde este permis) [42]. Problema principală este ridicată de lipsa acoperirii tuturor zonelor cu pubele pentru colectarea deșeurilor organice.

-Deșeurile electrice au fost colectate selectiv în proporție de 40% [42]. Aparatură precum televizoarele pot fi până la 98% reciclate, însă efortul tehnic și costurile de dezamblare sunt prea mari. Multe din aparatură electrocasnică de dimensiuni mici (foen, aparat de ras etc.) sunt debarasate în pubele de deșeuri reziduale, datorită faptului că populația nu face efortul de a se deplasa la centrele de colectare, pentru obiecte atât de mici. Se apreciază că cca. 80% din telefoanele mobile vechi se găsesc încă în sertarele consumatorilor. Există o serie de încercări de a introduce o pubele de materiale reciclabile în care să poată fi debarasate și aceste aparatură, dar nu sunt încă implementate.

-Din deșeurile textile 60% au fost colectate selectiv. Cca. 21% au fost mărunțite și refofolosite ca material de umplutură, 43% au fost refofolosite ca haine second-hand, 16% au fost prelucrate, obținându-se cârpe pentru curățenie și 20% au fost incinerate [42]. Problema reciclării în cazul deșeurilor din bumbac o reprezintă lungimea insuficientă a fibrelor obținute la reciclare, acestea fiind prea scurte pentru a putea fi refofolosite la producerea de articole noi de îmbrăcăminte. În acest domeniu se fac încă cercetări pentru îmbunătățire.

-Se apreciază că cca. 70% din ambalajele de plastic și metal sunt colectate selectiv, 57% din conținutul sacului galben este incinerat, obținându-se energie electrică și energie termică. Din 43% s-a obținut materie primă secundară (re-granulat de plastic) [42]. Problema majoră a deșeurilor din sacul galben este faptul că în acesta sunt debarasate cca. 40% deșeuri reziduale, care trebuiesc mai întâi sortate, iar sortarea materialelor componente din sacul galben este extrem de costisitoare.

-Analizele efectuate au scos în evidență faptul că 90% din ambalajele de sticlă au fost colectate selectiv, 86% din ele fiind topite și prelucrate în sticlă nouă, ceea ce determină o economie considerabilă de energie [42]. O problemă importantă în reciclarea sticlei o reprezintă faptul că populația nu depune efortul de a sorta sticla pe culori, în containerele corespunzătoare, considerând că oricum se produce amestecarea la ridicarea containerelor de către firmele de salubritate. De fapt vehiculele cu care se realizează colectarea sticlei au compartimente separate pentru golirea pe culori a celor trei containere de sticlă (alb, verde, maro), cum se poate vedea în Figura 3.10.



**Figura 3.10 Vehicul de colectare a sticlei**

Sursa: [43]

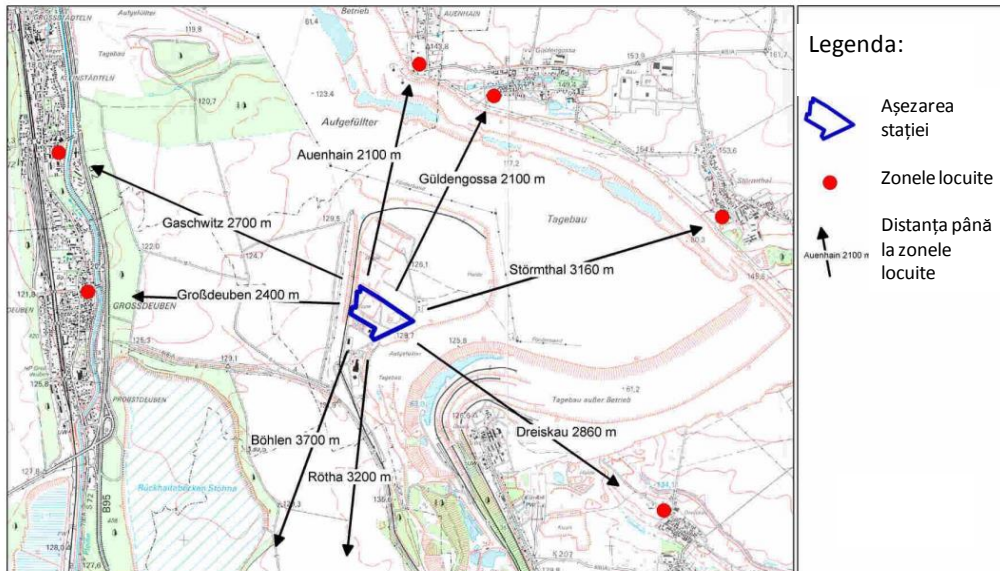
Hârtia a fost colectată selectiv în proporție de 85%. Din acest procent 80% este folosită pentru fabricarea de hârtie reciclată [42], ceea ce conduce la o economie de cca. 70% de apă și 50% energie în comparație cu producția hârtiei din materii prime. Colectarea și revalorificarea hârtiei reprezintă exemplul succesului reciclării, procesul fiind suficient de rentabil pentru a susține costurile.

Datorită faptului că Germania este o țară destul de săracă în materii prime, o mare parte din acestea provin din import. Conform unui studiu al Agenției Federale de Mediu [44] în anul 2012 consumul de materii prime naționale a scăzut cu 11% față de anul 2000. Acest lucru s-a datorat, în mare măsură, reciclării. În ultimii 15 ani, procentul de materii prime secundare utilizate a crescut de la 2% până la 14% și 56 mil. tone CO<sub>2</sub> au fost evitate [41].

## **3.5 Tratarea mecano-biologică și depozitarea – Studiu de caz Stația Cröbern**

### **3.5.1 LOCAȚIA**

Depozitul de la Cröbern a fost deschis la începutul anilor `90 pe locația unei foste mine de suprafață. Depozitul este conectat la rețeaua de drumuri naționale, fapt ce îi asigură legătura cu rețeaua de autostrăzi și dispune de racordaje la rețelele energetice, de apă potabilă și telecomunicație. Suprafața aprobată a depozitului este de 48,85 ha. Cele mai apropiate zone locuite se află la o distanță de cel puțin 2,1 km de locația depozitului Cröbern (Figura 3.11).



**Figura 3.11 Planul de amplasament al stației Cröbern**

Sursa: Prelucrare după [45]

Locația a oferit condiții favorabile pentru a amplasa în imediata vecinătate a depozitului și o stație de tratare mecano-biologică, cu o capacitate de 300.000 t/an. Stația de tratare mecano-biologică a fost inaugurată în anul 2005, reprezentând o investiție de 75 mil. €.

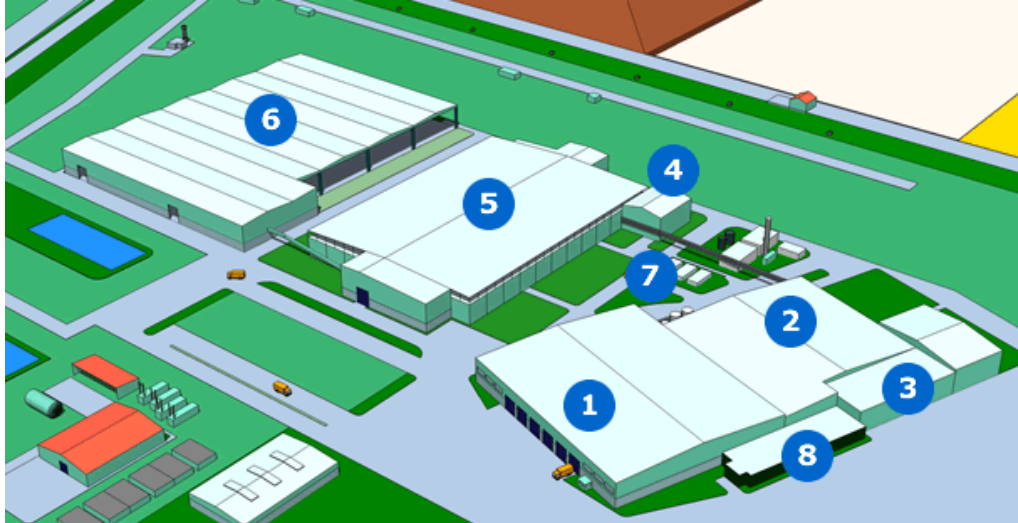
Stația este destinată tratării deșeurilor municipale și comerciale, de tip menajer, deșeurii voluminoase, resturi de la compostare și resturi de sortare ale sacului galben, resturi provenite de la tratarea apelor reziduale.

Stația este prevăzută cu instalații de tratare mecanică în mai multe trepte, instalații de tratare biologică în două trepte și o instalație de tratare a aerului. Prepararea mecanică este astfel concepută încât prin mărunțire, cernere și prin mai multe etape de separare a fracției organice să se obțină diferite fluxuri de materiale, care pot fi valorificate energetic sau material. Separarea fracțiilor cu putere calorică ridicată, a lemnului și metalului oferă posibilitatea valorificării unor importante cantități de deșeuri.

Tratarea biologică conduce la degradarea componentelor organice din fracțiunea fină, separată prin cernere. Degradarea se realizează prin tratare aerobă, constând în descompunerea într-o treaptă intensivă, urmată de o treaptă de post-descompunere.

În ceea ce privește fluctuațiile de compoziție sau cantitate a deșeurilor, stația de tratare este caracterizată de un grad ridicat de flexibilitate, datorat posibilităților în prepararea mecanică de a ocoli sau, după caz, de a folosi de două ori diverse trepte individuale de tratare și de a combina materiale cu proprietăți asemănătoare.

În Figura 3.12 este redat planul stației de tratare mecano-biologică Cröbern.

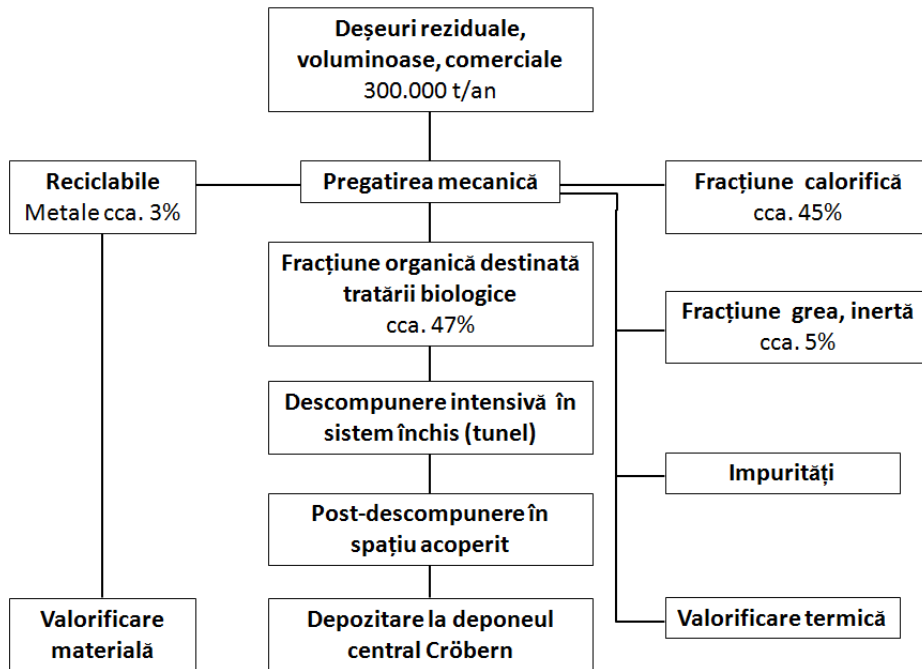


**Figura 3.12 Planul stației Cröbern (tratare mecano-biologică)**

Sursa: [45]

Stația constă din: hala de primire (1); hala cu instalațiile pentru tratarea mecanică (2); zona de încărcare a fracțiilor reciclabile (3); camera de amestecare (4); hala de descompunere intensivă în tuneluri închise (5); hala acoperită dar deschisă (fără pereți) pentru post-descompunere (6); instalația de tratare a aerului poluat, constând din desprăfuire, biofiltru, oxidare regenerativă termală (7); clădirea administrativă cu laboratoare și birouri (8).

Din cantitatea totală de cca. 300.000 t/an, cât se tratează anual la Cröbern, cca. 200.000 t sunt deșeuri reziduale iar 100.000 t deșeuri voluminoase sau deșeuri comerciale (Figura 3.13 ). Scopul tratării îl constituie descompunerea fracției organice, pentru a îndeplini criteriile de depozitare impuse prin lege. Primii pași de tratare sunt cei mecanici, constând în separarea fracțiilor reciclabile, separarea fracției cu putere calorică ridicată, separarea fracției organice și a cele inerte. Apoi urmează tratarea biologică, constând în doi pași, compostare și digestia aerobă.



**Figura 3.13** Reprezentarea schematizată a instalației de tratare

Sursa: Contribuția autoarei

După livrarea în hala numărul 1, deșeurile sunt zdrobite și, cu ajutorul benzilor transportoare, sunt conduse spre tratarea mecanică. Din cantitatea totală, cca. 130.000 t sunt separate, reprezentând fracțiunea cu putere calorică cea mai ridicată, care este valorificată termic.

Din materialele separate cca. 9.000 t metale sunt recuperate și reciclate. Cca. 3.000 t deșeurile reziduale sunt furnizate stațiilor de incinerare iar cca. 23.000 t cenușă sunt fie incinerate, fie depozitate.

După tratarea mecanică, cca. 135.000 t, reprezentând fracțiunea organică fină, sunt transportate în hala 5 unde rămân timp de 5 zile în tuneluri închise. Aici are loc descompunerea microbiologică a compușilor organici. După descompunerea aerobă intensivă, materialul este tratat 8 săptămâni într-o hală acoperită dar deschisă (fără pereți). Aici se produce post-descompunerea. La sfârșitul tratării biologice rămâne o cantitate de cca. 90.000 t de material, care îndeplinește condițiile legale de depozitare, fiind din punct de vedere biologic inactiv.

În Tabelul 3.4 sunt prezentate procentual materialele rezultate din activitatea stației.



**Tabelul 3.4 Rezultatele stației de tratare Cröbern**

Sursa: Contribuție autor după date [45]

Fracțiune	%
Impurități	< 1
Fracțiunea cu putere calorică ridicată	43 – 45
Deșeuri grele	3 – 5
Metale	3
Lemn	< 1
Fracțiunea organică	44 – 47
Deponat	60 – 70*

\*Procentul de deponat este raportat la fracțiunea organică, 30-40% reprezentând pierderile prin descompunere; celelalte procente sunt raportate la cantitatea totală de deșeuri preluată de stația de tratare.

Impuritățile constau, în principal, din materiale plastice clorurate (PVC), pietre sau alte materiale similare. Materialele plastice clorurate sunt sortate manual în compartimentul pentru livrare, pentru că fracțiunea cu putere calorică ridicată trebuie să respecte conținutul de clor sub 1% din greutate.

Fracțiunea cu putere calorică ridicată o reprezintă materialele, care datorită compoziției și proprietăților lor, au valori de încălzire mai mari decât amestecul inițial. Această fracție este alcătuită, în principal, din deșeuri voluminoase și deșeuri comerciale și constă, aproape exclusiv, din materiale plastice. Fracțiunea cu putere calorică ridicată de la Cröbern este caracterizată de valori cu puteri calorifice cuprinse între 11 și 18 MJ/kg. Valorificarea constă în folosirea acestuia drept combustibil în industria cimentului sau la centralele electrice.

Fracțiunea grea este alcătuită, în principal, din componente care, în treapta de tratare mecanică nu pot fi strivite decât parțial, și de aceea nu pot fi supuse tratamentului biologic (ex. pantofi). Această fracție este incinerată.

Fracțiunea organică fină provine, în principal, din conținutul organic al deșeurilor reziduale, cum ar fi deșeurile de bucătărie și deșeurile verzi. Această fracțiune este materialul rezultat prin cernerea printr-o sită cu o granulație <40 mm, pentru a asigura suprafața suficientă pentru o degradare microbiologică bună a componentelor organice, în cadrul etapei următoare de tratare biologică.

Deponatul este materialul obținut în urma procesului de descompunere, care îndeplinește cerințele de depozitare, respectând următoarele valori de analiză:

- Partea organică a reziduurilor uscate din materia originală trebuie să fie sub 18 % (procent de masă);

- Degradarea organică a reziduurilor uscate din materia originală măsurată ca:
  - respirabilitate < 5 mg/kg;
  - rată de formare a gazului în testul de fermentare < 20 l/kg;
  - DOC (dissolved organic carbon/ carbon organic dizolvat) în eluat < 300 mg/l.

### 3.5.2 METODA ȘI PROCESELE TRATĂRII

Livrarea deșeurilor la Cröbern se face pe cale rutieră, cu ajutorul vehiculelor de colectare sau a vehiculelor cu containere, prevăzute cu dispozitive proprii de descărcare. Vehiculele sunt înregistrate cu ajutorul unui sistem de cântărire situat în zona de recepție a depozitului. În același timp sunt verificate deșeurile livrate și documentele de însoțire, corespunzătoare cerințelor de documentare impuse de lege.

În cadrul controlului vizual de recepție, sunt îndepărtate eventualele impurități (aparatură electrocasnică, recipiente acoperite) iar apoi sunt fie direcționate către calea de eliminare corespunzătoare, fie refuzate. Recepția deșeurilor este refuzată atunci când încărcătura nu corespunde informațiilor de identificare care o însoțesc.

După verificarea de primire și cântărire, vehiculele se îndreaptă către zona de descărcare a stației. Accesul camioanelor în hala de descărcare se face pe una din cele 6 porți de livrare, deșeurile fiind descărcate în hală. Pentru a reține mirosurile și praful în interiorul halei, porțile de acces sunt dotate cu o perdea de aer, care pornește automat în momentul deschiderii ușilor.

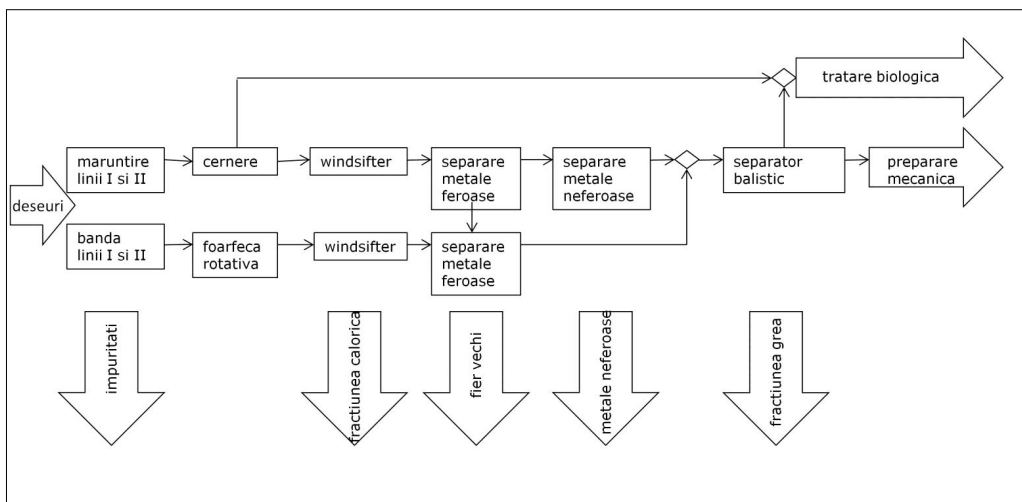
După ce are loc descărcarea deșeurilor în hală, se mai face un control vizual al încărcăturii, deșeurile necorespunzătoare fiind respinse și înapoiate producătorilor. În cazul în care este necesar, sunt prelevate eșantioane de referință. După descărcare, în drumul spre ieșirea din stație, se realizează recântărirea camioanelor, pentru a determina cantitatea exactă de deșeuri livrate.

Încărcăturile (ex. monoșarje de plastic) la care se stabilește că, datorită naturii lor, tratare biologică nu este necesară, pot fi furnizate direct valorificării termice.

### 3.5.3 TRATAREA MECANICĂ

Fracțiunea cu conținut organic și deșeurile cu putere calorifică ridicată sunt separate în liniile I și II și procesate mecanic în mai multe trepte (Figura 3.14, reprezentată mărit în Anexa 2).

Agregatele și obiectivele procesării liniei I sunt aproape identice cu cele ale liniei II. Pe ambele linii, în cadrul mai multor trepte de procesare, deșeurile sunt mărunțite, cernute, inspectate și separate în diferite fracțiuni.



**Figura 3.14 Treptele de preparare pentru liniile I și II**

Sursa: Prelucrare după [45]

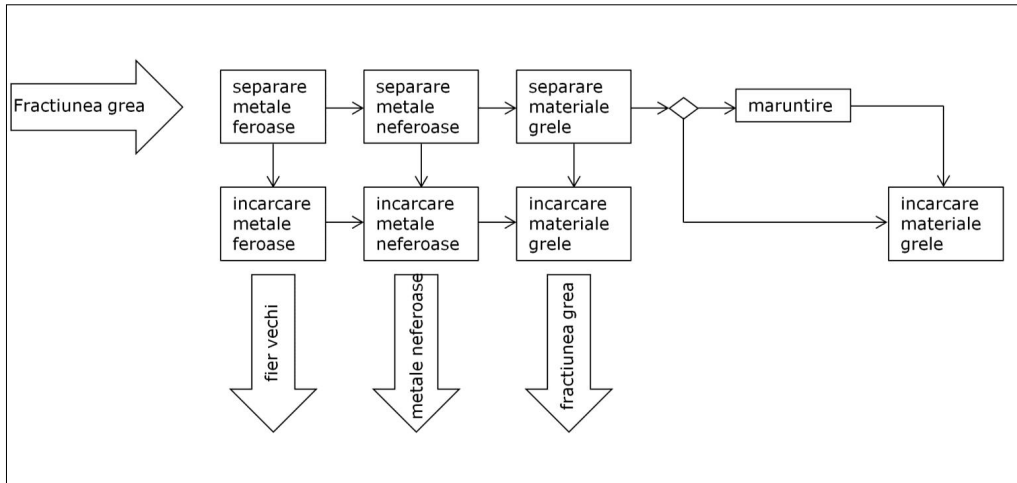
Deșeurile preluate din buncăr, sunt mărunțite și apoi, printr-o sită cu tambur, sunt separate în 3 fracțiuni: fracțiunea fină <40 mm; fracțiunea medie între 40-300 mm; și fracțiunea grosieră >300 mm. Pașii următori de procesare depind de tipul fracțiunii. Din fracțiunea fină sunt îndepărtate metalele, iar dacă provin de la linia de deșeurii menajere, resturile sunt direcționate către prelucrarea biologică, deoarece reprezintă fracțiunea organică. Fracțiunea fină provenită de la linia de deșeurii comerciale sau cu volum mare se încadrează în fracțiunea cu putere calorică medie.

Fracțiunea cu granulație medie (40-300 mm) este supusă separării cu curenți de aer. Curenții de aer separă fracțiunile ușoare, cu putere calorică ridicată (folii, hârtie).

Fracțiunea cu granulație grosieră este deplasată cu ajutorul benzilor transportoare înapoi în buncăr și, după ce este din nou mărunțită, reintră în circuitul de tratare.

Fracțiunea cu granulație medie este prelucrată mai departe și, pe baza diferențelor de densitate, sunt separate fluxuri de materiale grele și fluxuri de materiale ușoare. Apoi prin cernere, se separă din nou fracțiunea cu granulație fină, de natură organică, care se amestecă cu fracțiunea fină, rezultată din prima etapă de cernere.

Din fracțiunea grea (Figura 3.15, reprezentată mărit în Anexa 3), sunt extrase metalele cu ajutorul magneților și, în faza următoare, se separă materialele plastice cu ajutorul unui separator special (Polysort).



**Figura 3.15 Prepararea fracțiilor grele**

Sursa: Prelucrare după [45]

Fracțiunea ușoară obținută constă în principal din plastic și, împreună cu celelalte fracțiuni cu putere calorică ridicată, rezultate din etapele descrise mai sus, este mărunțită. Cu ajutorul magneților se îndepărtează din nou metalele, iar fluxul rezultat este pregătit pentru încărcare, spre a fi transportat către stația de valorificare.

Materialul cu granulație fină este supus tratării biologice.

### 3.5.4 TRATAREA BIOLOGICĂ

În treapta de tratare biologică sunt prelucrate fluxurile de materiale cu conținut organic bogat, ce s-au obținut din liniile I și II, reprezentând, în principal, fracțiunea fină, din sita cu tambur. Scopul tratării este degradarea avansată a substanței organice într-un termen scurt, astfel încât materialul descompus să îndeplinească condițiile impuse pentru depozitare.

Prima etapă de tratare este amestecarea într-un tambur de amestecare cu stabilirea conținutului optim de apă. Materialul din tamburul de amestecare este introdus printr-o tehnologie automatizată în tunelul de descompunere, pentru descompunerea intensivă în sistem închis (Figura 3.16). Descompunerea intensivă are loc în 44 tuneluri de descompunere, fiecare tunel având lungimea de 30 m și lățimea de 5 m.



**Figura 3.16 Hala cu tunelurile de compostare**

Sursa: [45]

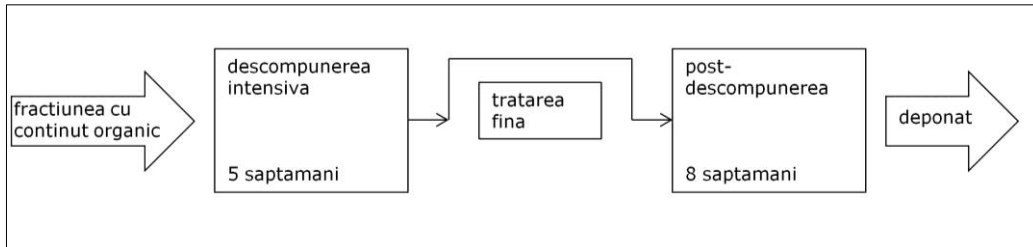
Materialul din tuneluri este alimentat cu aer, care pătrunde de la partea superioară spre partea inferioară, prin structura materialului de descompunere și alimentează cu oxigen organismele vii (bacterii și ciuperci). Carbonul de natură organică, legat în deșeuri, este valorificat ca sursă de hrană de către microorganisme fiind respirat sub formă de  $\text{CO}_2$ , sau utilizat la construcția propriei materii celulare. În Figura 3.17 este redată schema proceselor de descompunere.

Timpul de staționare al materialului organic în etapa de descompunere intensivă este de 5 săptămâni. După descompunerea intensivă se aplică, în caz de necesitate, o prelucrare suplimentară, de cernere și screening, pentru înlăturarea materialelor cu capacitate calorică ridicată, prezentă încă în amestec.

Deoarece materialul rezultat din descompunerea intensivă nu îndeplinește încă condițiile de depozitare, este necesară o treaptă suplimentară pentru tratarea biologică, aceasta fiind o post-descompunere.

În etapa de post-descompunere, materialul este adunat în grămezi, cu ajutorul unui încărcător pe pneuri. Post-descompunerea are loc într-un spațiu acoperit, cu două laturi deschise (lipsite de pereți) având lățimea de 105 m și lungimea de 147m, în

care sunt adăpostite 15 grămezi. Într-o perioadă de 8 săptămâni are loc o descompunere avansată a materialului organic încă activ.



**Figura 3.17 Perioadele de descompunere**

Sursa: Prelucrare după [45]

În această perioadă grămezile sunt întoarse regulat și, după caz, se adaugă apă. La sfârșitul post-descompunerii, materialul organic este stabilizat, astfel încât acesta ajunge să îndeplinească criteriile de depozitare. Materialul este încărcat cu ajutorul încărcătoarelor pe pneuri în camioanele, care îl transportă la locul de depozitare.

### 3.5.5 EPURAREA AERULUI

Stația de tratare conține o instalație de epurare extensivă a aerului. Valorile de emisie pentru componentele individuale din aerul evacuat sunt limitate prin reglementările în vigoare și sunt continuu supravegheate de autoritățile competente. Aerul evacuat din halele închise ale stației de tratare mecano-biologică trebuie să fie purificat, astfel încât acesta să respecte cerințele restrictive impuse de cea de-a 30 Ordonanță federală de protecție împotriva emisiilor.

Praful este îndepărtat din aerul extras, atât din hala de primire cât și din hala de tratare mecanică, cu ajutorul unui filtru de praf (Figura 3.18). În continuare, aerul este epurat cu ajutorul unor biofiltre, fiind apoi utilizat parțial, pentru ventilarea tunelelor în care are loc descompunerea intensivă. Aerul în exces este tratat într-un scrubber, fiind apoi epurat într-un biofiltru.

Funcțiile scrubberului sunt de a curăța de praf aerul evacuat, de a îndepărta amoniacul și de a asigura saturația aerului cu vapori de apă pentru umezirea biofiltrului.



**Figura 3.18 Instalația de desprăfuire**

Sursa: [45]

În biofiltrul, redat în Figura 3.19, sunt degradate ingredientele organice din aer, cu ajutorul microorganismelor.



**Figura 3.19 Biofiltrul de curățare a aerului**

Sursa: [45]

După îndepărtarea amoniacului, aerul puternic contaminat, provenit din descompunerea intensivă, este supus unui tratament de oxidare termică regenerativă. Aerul rezultat atât din oxidarea termică regenerativă cât și din biofiltru este evacuat printr-un coș comun. Datele analitice caracteristice aerului evacuat

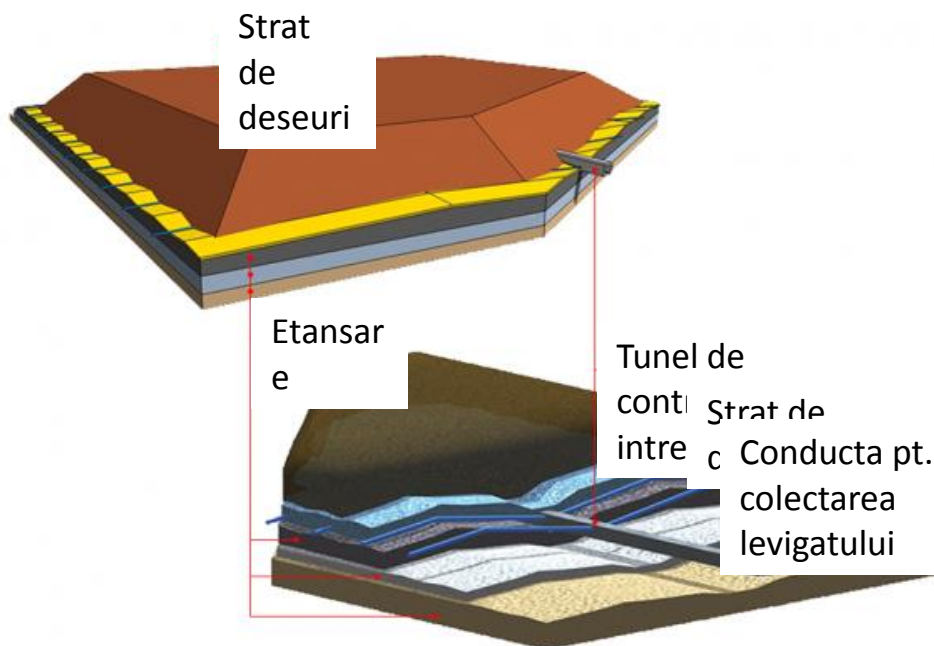
sunt măsurate la ieșirea din coș și înregistrate într-un calculator special echipat, la care are acces permanent Direcția de Stat din Leipzig.

### 3.5.6 DEPOZITUL DE DEȘEURI

Depozitul de la Cröbern, deschis la începutul anilor '90 pe locația unei foste mine de suprafață, dispune de un strat de sigilare de 5 m, pentru protejarea apelor subterane și pentru asigurarea stabilității, precum și de un sistem de drenaj al gazelor din deponie, pentru a împiedica eliberarea gazului metan în atmosferă.

### 3.5.7 TRATAREA LEVIGATULUI

Levigatul se scurge din corpul depozitului de deșeuri prin gradientul natural, putându-se pompa doar în afara zonei de depozitare. Depozitul este prevăzut cu un tunel de control, (Figura 3.20) ce servește pentru monitorizarea și întreținerea conductelor de colectare a levigatului.



**Figura 3.20** Instalația de colectare a levigatului

Sursa: [45]



Întregul levigat este colectat într-un bazin tampon, astfel încât să poată fi permisă furnizarea unei cantități uniforme în instalația de tratare. Bazinul de colectare (Figurile 3.21) este prevăzut cu sfere flotante de polipropilenă, cu diametrul de 50 mm, utilizate pentru protecția împotriva emisiilor (evitarea mirosurilor neplăcute), precum și pentru a proteja levigatul de expunerea la lumină. În aceste condiții se previne formarea algelor în bazin, care ar putea reduce eficacitatea membranelor în procesul de osmoză inversă (biofouling).



**Figurile 3.21 Bazinele de colectare a levigatului**

Sursa: [45]

Osmoza inversă este un procedeu industrial de separare a substanțelor din apă, cu ajutorul membranelor permeabile. În funcție de situație, sunt utilizate diferite tipuri de membrane, în special țevi, tuburi sau capilare.



**Figurile 3.22 Instalația de osmoză inversă**

Sursa: [45]

Un solvent (apa, spre exemplu) dintr-o soluție cu concentrație scăzută este presat, sub presiune ridicată de până la 140 bari, printr-o membrană semipermeabilă într-o

soluție cu concentrație mai ridicată. Ca rezultat, prin creșterea volumului, acesta din urmă se diluează. Datorită presiunii în creștere, se inversează direcția de curgere a solventului. Soluția este în continuare concentrată.

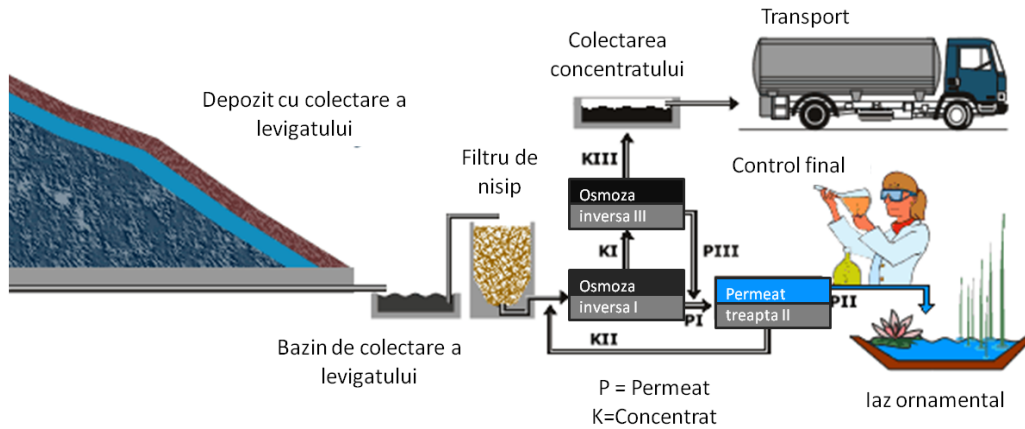
Sistemul cu trei trepte de membrane al stației de la Cröbern este unul de bare (Figurile 3.22), complet automatizat, pentru divizarea fizică a levigatului într-un permeat adecvat pentru evacuarea în mediu și un concentrat poluat.

Prima treaptă de osmoză inversă are loc la presiune scăzută, de până la 70 bari. În această etapă sunt alimentate levigatul brut și materialul concentrat provenit din cea de-a doua treaptă de osmoză inversă. După trecerea prin etapa de joasă presiune rezultă permeatul purificat, care datorită concentrației de poluanți reziduali nu este încă apt pentru a fi eliberat în natură. Din acest motiv, este supus unei a doua trepte de osmoză inversă, pentru a fi curățat. Concentratul provenit din etapa de joasă presiune conține substanțe poluante concentrate care, în etapa a treia de presiune ridicată, vor deveni și mai concentrate.

Cea de-a doua treaptă de osmoză inversă are loc tot la presiune scăzută, de până la 70 bari, purtând denumirea de treaptă de permeat. În această etapă, fluxurile de permeat din prima treaptă și din treapta a treia sunt curățate intensiv. Permeatul rezultat după trecerea prin acest proces de curățare poate fi eliberat în iazul ornamental. Valoarea pH-ului de 7-8 și conductivitatea sub 1mS/cm sunt permanente, celelalte componente sunt măsurate prin analize complete. În cazul în care valorile măsurate nu respectă limitele impuse de autorități, permeatul este reintrodus în circuitul de purificare. În iazul ornamental apa purificată își recapătă proprietățile naturale, ca spre exemplu, conținutul de O<sub>2</sub> necesar vieții. De acolo, apa poate fi deversată, în condiții de siguranță, în natură. Concentratul este reintrodus în circuit, în prima treaptă de osmoză inversă.

Cea de-a treia etapă de osmoză inversă (etapa de înaltă presiune) are loc la o presiune de până la 140 bari. Concentratul din prima etapă este concentrat în continuare și depozitat în rezervoare. Din bazinul de colectare, concentratul este preluat și predat mai departe unei alte societăți comerciale care se ocupă de prepararea lui. Permeatul din treapta de înaltă presiune și permeatul din treapta de joasă presiune sunt introduse împreună în treapta de permeat și sunt purificate până la valorile prescrise de calitate a apei uzate.

O schemă a pașilor de tratare a levigatului este redată în Figura 3.23.



**Figura 3.23 Schema instalației de tratare a levigatului**

Sursa: [45]

După ce părăsește stația de tratare, apa purificată ajunge într-un iaz ornamental precum cele redate din Figurile 3.24. Aici are loc omogenizarea calității apei și asimilarea apei purificate chimic la parametri naturali, prin oxigenare. Vegetația naturală, prezența peștilor și a broaștelor în iaz sunt dovada unei bune calități a apei.

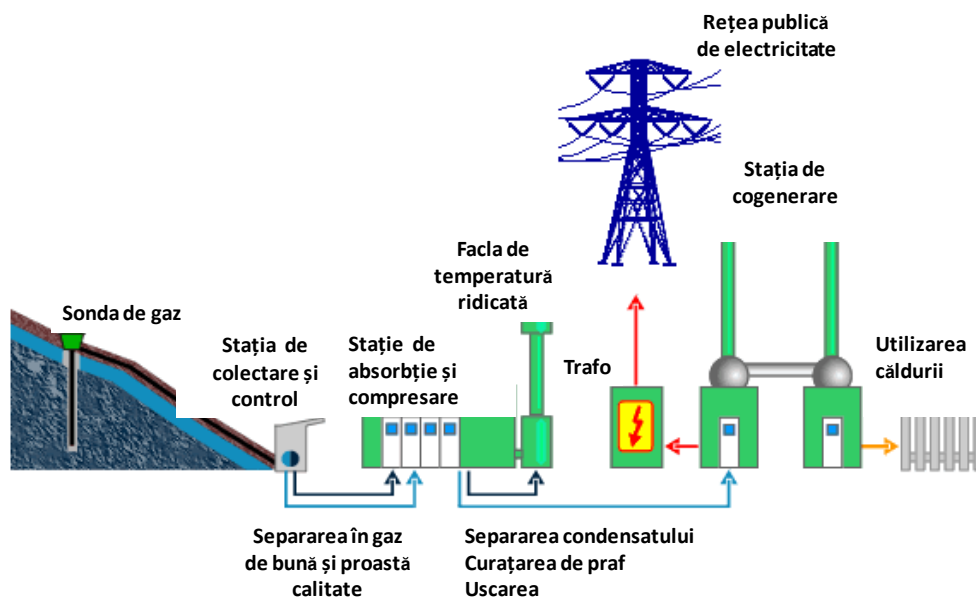


**Figurile 3.24 Iazuri ornamentale**

Sursa: [45]

## 3.5.8 GAZUL DE DEPOZIT

Din anul 2005 la Cröbern pot fi depozitate numai deșeuri inerte, rezultate din tratarea mecano-biologică, astfel încât aceste reziduuri nu conțin substanțe generatoare de gaz. Datorită faptului că nu mai există potențial relevant de formare de gaz, nu mai este necesar un sistem de drenare a gazului de depozit. Zona în care au fost depozitate deșeurile până în anul 2005, reprezentând cam jumătate din suprafața totală avizată a depozitului, este prevăzută cu sistem de drenare a gazului, schematizat în Figura 3.25 și descris în cele ce urmează.



**Figura 3.25 Instalația de colectare și valorificare a gazului de depozit**

Sursa: Imagine adaptată după [45]

Sondele de gaze sunt construite astfel încât să se „dezvolte” vertical. La depozitele aflate încă în exploatare, acestea sunt continuu prelunghite și adaptate înălțimii stratului de deșeuri. La depozitele închise se poate vedea doar capacul. În Figurile 3.26 se pot vedea atât sondele de gaz de la Cröbern (stânga), cât și un exemplu de sonde de gaz de la un depozit dezafectat (dreapta).



**Figurile 3.26 Sonde de gaze**

Sursa: [45]

Conductele de colectare transportă gazul de la sonde în afară corpului depozitului. Aceste conducte fuzionează în mai multe stații de reglare. În aceste stații (Figurile 3.27), pe baza valorilor analizelor (conținutul de metan) de la fiecare sondă, se produce separarea în gaze de bună calitate și în gaze de calitate slabă, precum și ajustarea volumului optim de extragere a gazului.



**Figurile 3.27 Stația de reglare**

Sursa: [45]

În stația de absorbție și compresie, gazul este pregătit pentru valorificare, fiind curățat de praf și uscat. Gazul de bună calitate este direcționat către stația de cogenerare.

Atât timp când se produce gaz suficient în corpul depozitului pentru a putea genera energie, sunt utilizate facle de temperatură ridicată. Faclele sunt folosite în cazul întreruperii funcționării stației de cogenerare, atunci când gazul de calitate proastă nu poate fi amestecat cu o cantitate suficientă de gaz de calitate bună pentru a produce un amestec corespunzător producerii de energie (metan 45-55%). Faclele ard gazul de depozit cu un conținut de metan cuprins între 25% și 40%.

Gazul de bună calitate este valorificat în stații de cogenerare, dimensionarea acestora orientându-se după cantitatea de gaz valorificabil. Stația de cogenerare de la Cröbern are 1,45 MW.

### **3.6 Neutralizarea prin incinerare – Studiu de caz electrocentrala Münster Stuttgart**

Electrocentrala de la Münster a fost construită în anul 1908 pentru a asigura alimentarea cu electricitate a orașului Stuttgart. Instalația de incinerare a deșeurilor a fost pusă în funcțiune în anul 1965. Din acel moment electrocentrala a început să producă energie electrică și termică atât prin arderea de cărbune, cât și prin arderea deșeurilor generate de zona urbană Stuttgart și de alte șapte districte din Baden-Württemberg (Figura 3.28).



**Figura 3.28 Harta de livrare a deșeurilor la incinerator**

Sursa: [46]

În perioada anilor `80-`90, datorită cerințelor crescânde privind protecția mediului, a fost necesară construirea unor echipamente moderne de epurare a gazelor

emanate prin arderea cărbunelui și a deșeurilor. În anul 1986 a fost pus în funcțiune primul echipament de denitrificare catalitică pentru cazanele pe bază de cărbune. În anul 1988 a intrat în funcțiune și sistemul de desulfurare a gazelor de ardere provenite de la cazanele pe bază de cărbune. În anul 1993 a fost pusă în funcțiune o instalație ultramodernă de epurare a gazelor provenite din cazanele pe bază de deșeuri. În anul 1997 centrala a fost extinsă cu un buncăr pentru deșeuri. În anul 2007 au fost puse în funcțiune 2 cazane de ardere pe bază de deșeuri, putându-se incinera până la 420.000 t de deșeuri [46].

Livrarea deșeurilor se face într-o hală de descărcare închisă, astfel încât emisiile de praf, miros și zgomot sunt în mare măsură evitate. Buncărul de deșeuri are o capacitate de 18.000 m<sup>3</sup> și este prevăzut cu o cuvă multistratificată, ce împiedică eventualele scurgeri de poluanți din deșeuri. În hala de descărcare, deșeurile sunt amestecate cu ajutorul unui graifer și transportate către foarfecele rotative, care mărunțesc deșeurile. Deșeurile mărunțite sunt deplasate către cazanele de ardere cu ajutorul benzilor transportoare. Graiferul este controlat din cabina de control a unei macarale, de unde pot fi monitorizate și benzile transportoare.

În cazanul pentru deșeuri, materialul alimentat cu aer de ardere, este incinerat pe un grătar de ardere la temperaturi cuprinse între 900°C și 1100°C. Căldura este folosită pentru obținerea unui abur cu o temperatură de 500°C și o presiune de 60 bari. Atât aburul din cazanele de deșeuri, cât și cel din cazanele pe bază de cărbune, este alimentat printr-un canal de abur comun către turbine, unde este utilizat pentru cogenerare de energie electrică și termică.

În turbina de abur are loc conversia energiei aburului în energie cinetică de rotație, care mai departe, în generator, este convertită în energie electrică. Tot din turbină de abur este preluat aburul pentru producerea energiei termice. Cogenerarea de energie electrică și termică permite o utilizare optimă a combustibililor.

Centrala dispune de o instalație cu turbină cu gaz, ce servește drept rezervă, putând fi rapid pornită, pentru a asigura alimentarea cu energie în situații de pană. În plus, cu ajutorul acestei turbine cu gaz, centrala poate acoperi o creștere bruscă a cererii de energie electrică.

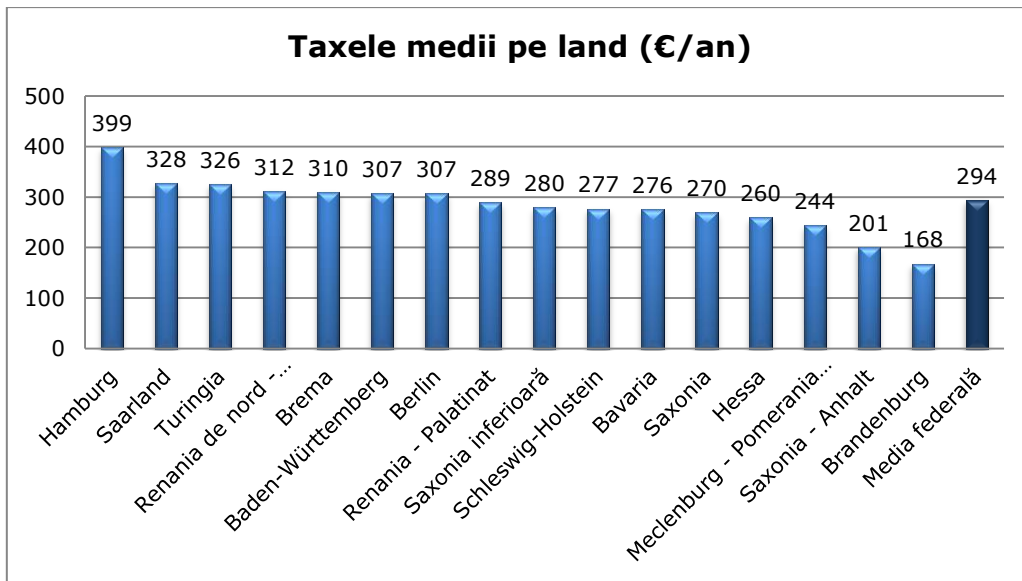
Procesele sunt controlate și monitorizate din centrul de control. Cu ajutorul sistemului de control al proceselor sunt automatizate majoritatea operațiilor de exploatare. Pe monitoare se pot urmări toate activitățile. În plus monitoarele servesc și pentru a supraveghea arderea deșeurilor în cazan, deoarece deșeurile nu ard întotdeauna constant.

Înainte de a fi eliberate în atmosferă, gazele de ardere sunt epurate. Praful este înlăturat cu ajutorul filtrelor electrostatice. În instalația de epurare a aerului, compusă dintr-un scrubber umed și un catalizator, sunt „spălate” substanțele poluante și îndepărtate sub formă de săruri uscate.



### 3.7 Costurile și taxele în sistemul de gestionare a deșeurilor

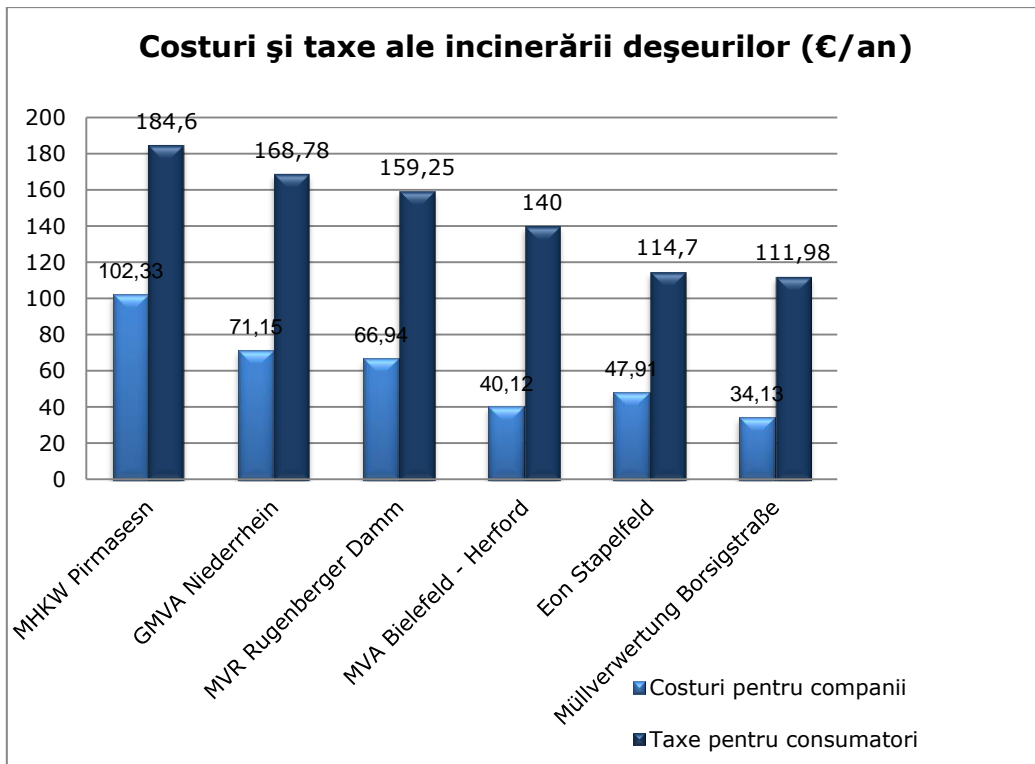
Taxele de colectare a deșeurilor diferă de la un land la altul. În Figura 3.29 se regăesc valorile medii ale taxelor din fiecare land, cele mai mici fiind înregistrate în landul Brandenburg (168 €/an), cele mai ridicate în Hamburg (399 €/an), iar media națională situându-se la 294 €/an.



**Figura 3.29 Taxele medii pentru deșeuri**

Sursa: Contribuție autor după date [47], anul 2008

În graficul din Figura 3.30 sunt concentrate costurile câtorva companii pentru incinerarea deșeurilor, împreună cu taxele plătite de consumatori pentru aceste servicii, anul de referință al datelor fiind 2010. Se remarcă diferențe semnificative între costurile de operare ale companiilor, cu variații de la 34,14 €/t până la 102,33 €/t, datorate cel mai adesea sistemelor de purificare a aerului evacuat. Și între costuri și taxe se observă diferențe ce ajung până la 100 €/t.



**Figura 3.30 Costuri și taxe pentru incinerarea deșeurilor**

Sursa: Prelucrare dupa [48]

În funcție de conceptele alese, la pretratarea mecano-biologică se înregistrează costuri între 93 și 144 €/t, fiind incluse costurile de investiție și de operare. Pe lângă costurile pretratării, mai trebuie considerate și costurile de depozitare a resturilor (cca. 60 €/t) precum și cele de comercializare a combustibililor derivați din deșeuri (cu prețuri între 30 și 125 €/t), ce rezultă din procesul de tratare mecano-biologică [49].

Costurile operative pentru sistemele duale se regăsesc în Tabelul 3.5, defalcat pe fiecare fracțiune și etapă. În etapa „Sortare și valorificare” costurile pentru fracțiunile de sticlă și hârtie sunt negative, deoarece veniturile înregistrate din materialele re folosibile depășesc costurile de prelucrare. În categoria taxelor auxiliare sunt incluse costuri precum cele de folosire a centrelor de colectare a materialelor re folosibile.

**Tabelul 3.5 Costurile operative de eliminare pentru sistemele duale**

Sursa: [36], anul 2011

Fracțiune		Colectare*	Sortare și valorificare*	Taxe auxiliare*	Sumă*
Ambalaje	din	328	229	105	663

plastic				
Sticlă	101	-24	12	89
Hârtie	88	-32	16	72
Sumă	517	173	133	824

\*Costurile sunt exprimate în milioane €

Pentru tratarea deșeurilor organice, într-o stație de biogaz cu o capacitate de cca. 40.000 t/an, prețurile se situează între 45 și 60 €/t, iar biogazul se comercializează cu cca. 6,5 Eurocenți/kWh [50]. Costurile pentru compostarea deșeurilor vegetale au valori cuprinse între 5 și 30 €/t [51], iar prețul mediu de comercializare a compostului, cu certificat de calitate RAL se situează în jurul valorii de 5,8 €/t, aproape jumătate din producție (cca. 47,7%) fiind utilizată în agricultură [52].

### 3.8 Evaluarea critică a sistemului german de gestionare a deșeurilor

În Germania se fac regulat analize de deșeuri, există statistici detaliate asupra cantităților de deșeuri generate și valorificate, iar populația participă într-o bună măsură, activ și disciplinat, la colectarea selectivă.

Deși Germania ocupă un loc de frunte în ceea ce privește reciclarea deșeurilor, iar sistemul implementat este deja unul încetățenit, preluat parțial și de alte țări (ex. "Der Grüne Punkt"), trierea deșeurilor este anevoioasă și pe alocuri dificilă. Cetățenii întâmpină adesea dificultăți în a înțelege cărei pubele îi aparțin deșeurile pe care le generează (ex. ambalajele de sticlă și hârtie cu inscripționarea „Der Grüne Punkt” care trebuie depuse în containerul de sticlă, respectiv hârtie, și nu în sacul/pubela galben(ă) destinate ambalajelor).

La fel de dificil de înțeles pentru populație este de ce o sticlă de plastic pentru șampon poate fi aruncată în sacul galben, iar un castron din același tip de material nu. Fie ca urmare a neînțelegerii, sau chiar a boicotării sistemului de către consumatori, există zone unde procentul de ambalaje "Der Grüne Punkt" din sacul galben se situează la doar cca. 40%, celelalte 60% fiind resturi, hârtie sau materiale reciclabile fără licența "Der Grüne Punkt" [53]. Un studiu elaborat la cererea Sächsischer Landesamt für Umwelt und Geologie (Agenția de Mediu și Geologie a landului Saxonia) a demonstrat că, mai ales în cartierele cu densitate mare de locuințe (blocuri), sacul sau pubela galbenă sunt adesea utilizate ca un subsistem pentru debarasarea deșeurilor menajere (deșeuri organice și resturi menajere), fapt care influențează negativ comercializarea materialelor reciclabile sortate [54].

Un alt dezavantaj al sistemului DSD este că exclude o cantitate apreciabilă de materiale refolosibile din ciclul de reciclare și că încă nu s-au găsit soluții pentru finanțarea introducerii lor în sistem. Potrivit [55] citat într-un studiu [56] publicat de

Umweltbundesamt (Agenția Federală de Mediu), potențialul de materiale similare ambalajelor se situează între 7kg/loc\*an (în zonele rurale) și 10kg/loc\*an (în zonele urbane), de unde rezultă că prin incinerarea acestor materiale împreună cu reziduurile menajere, se pierd resurse secundare importante.

Cu toate că, așa cum se poate vedea în Figura 3.31, în perioada 1990-2008 procentajul de materiale re folosibile colectate selectiv a crescut de la 13% până la 61%, există încă potențial de îmbunătățire.



**Figura 3.31 Evoluția colectării selective în Germania**

Sursa: Statistisches Bundesamt citat în [57]

În [58] se sesizează un alt dezavantaj semnificativ al sistemului DSD și anume acela că prioritizează reciclarea ambalajelor în fața evitării generării deșeurilor provenite de la ambalaje, nici DSD și nici Ordonanța privind ambalajele neaducând dispoziții semnificative pentru evitarea generării de deșeuri.

### 3.9 Proiecte pilot pentru optimizarea gestionării deșeurilor

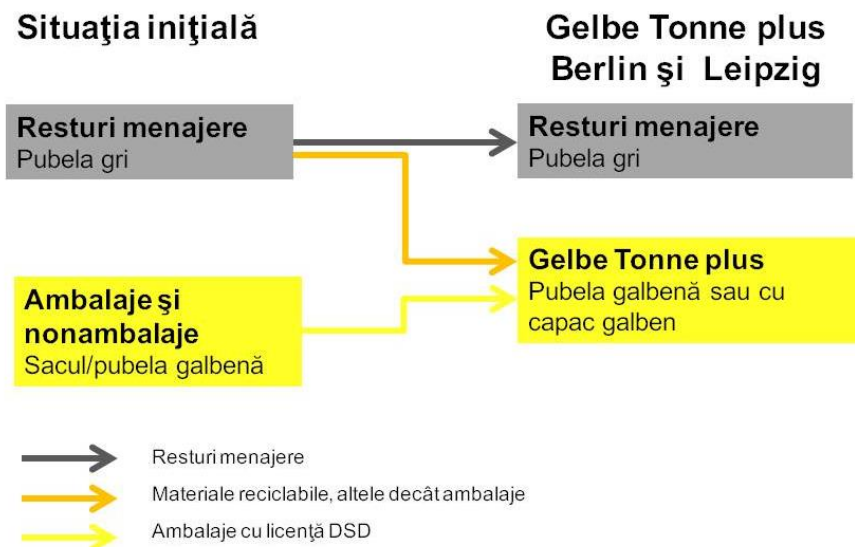
Sistemele de colectare selectivă a sticlei și hârtiei s-au dovedit de-a lungul timpului a fi extrem de eficiente, spre deosebire de colectarea și valorificarea ambalajelor și a materialelor similare ambalajelor precum și a deșeurilor organice. Aceste ultime trei categorii au un potențial ridicat de optimizare și reprezintă una dintre preocupările principale actuale ale gestionării deșeurilor în Germania. Preocupările s-au materializat în ultimii ani într-o serie de proiecte pilot menite să analizeze eficiența

și oportunitatea unor sisteme alternative, ce vor fi descrise și analizate în subcapitolele următoare.

### 3.9.1 „GELBE TONNE<sup>PLUS</sup>”

Societatea de salubritate Alba a implementat în Berlin și Leipzig proiecte pilot în cadrul cărora a introdus „Gelbe Tonne<sup>plus</sup>” (pubela galbenă plus) pentru colectarea alături de ambalajele cu licență „Der Grüne Punkt” și a altor materiale reciclabile și a aparaturii electrice de mici dimensiuni (redată în reprezentarea schematizată din Figura 3.32).

Scopul proiectelor societății Alba a fost de a spori eficiența colectării și cota de recuperare a materialelor reciclabile. În orașul Leipzig se pierdeau anual cca. 34 kg/loc, iar în Berlin cca. 110 kg/loc, prin debarasarea în pubelele de resturi menajere. Deși motivele pentru rezultatele slabe de sortare sunt extrem de diferite, s-a dorit implementarea unui sistem care să fie ușor de înțeles și utilizat pentru populație. Astfel s-a dorit să se utilizeze pubelele existente și pentru colectarea materialelor reciclabile care nu sunt ambalaje, în special metale (tigăi, oale etc.), lemn (jucării), plastic (castroane, ghivece, etc.) ca și aparatura electrică și electronică de mici dimensiuni.



**Figura 3.32 Schema sistemului Gelbe Tonne plus**

Sursa: Contribuția autoarei

În Leipzig, proiectul pilot a debutat în luna septembrie a anului 2004, acoperind întreg orașul, cu o populație de cca. 411.000 locuitori. În Berlin s-a optat pentru înscrierea voluntară a asociațiilor de locatari pentru a participa la proiectul pilot, care

a debutat în octombrie 2004 și a implicat cca. 9.400 de locuitori. Prin acest sistem s-a reușit creșterea cantității de materiale reciclabile recuperate cu cca. 7 kg/loc \* an în Leipzig, iar în Berlin cu cca. 7,2 kg/loc\*an [59].

Rezultatele pozitive obținute au încurajat păstrarea noului sistem în întreg orașul Leipzig, iar la Berlin s-a hotărât extinderea sa, ajungând să acopere cca. 19,5% din populația orașului (nivel înregistrat în anul 2009).

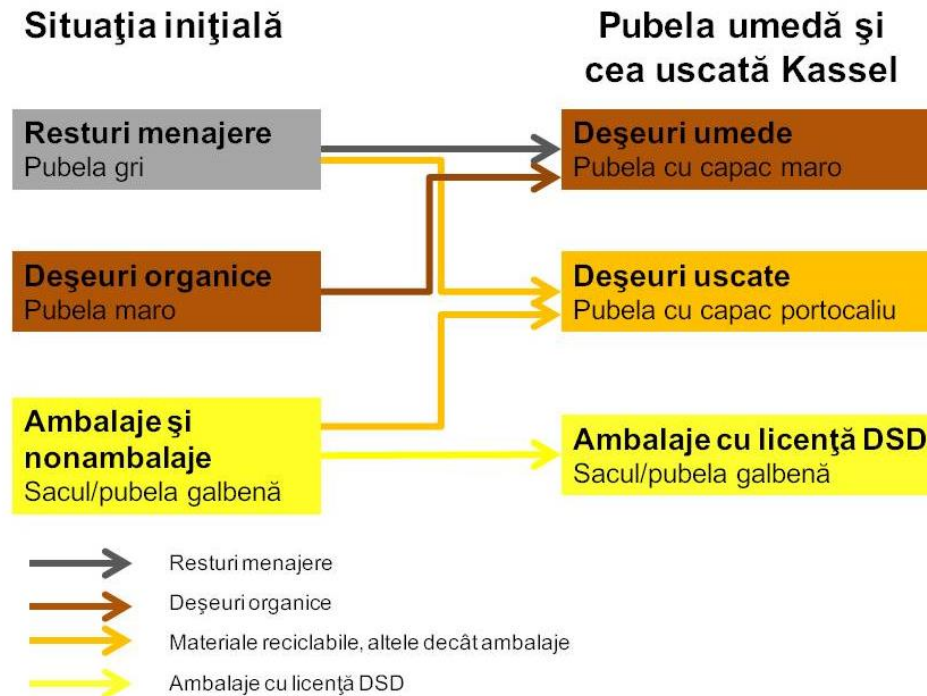
### 3.9.2 PUBELA UMEDĂ ȘI PUBELA USCATĂ DIN KASSEL

Proiectul s-a derulat în orașul Kassel, în perioada 2007 – 2011, sub denumirea „Nasse und Trocken Tonne” și a constatat în separarea deșeurilor într-o pubelă umedă și o pubelă uscată.

Situația inițială se caracteriza prin existența a trei pubele, împărțirea deșeurilor (cca. 50.800 t/an) între ele fiind după cum urmează: resturi menajere 74,5%, deșeuri organice 16,7% (în condițiile unui grad de acoperire de 60%) și ambalaje DSD 7,9% [60]. Resturile menajere erau tratate prin incinerare, deșeurile organice erau tratate într-o stație de biogaz iar ambalajele erau reciclate.

Partea practică a proiectului s-a desfășurat pe o perioadă de 21 luni într-un cartier cu o populație reprezentând de cca. 2% din totalul orașului. Proiectul s-a axat pe recuperarea materialelor reciclabile provenind de la ambalaje fără licență și de la produse din materiale similare ambalajelor. Acestea, deși se pretează foarte bine reciclării, datorită faptului că sunt debarasate în pubela de resturi menajere, ajung să fie incinerate, pierzându-se astfel materii prime secundare valoroase. Deoarece în pubela de resturi menajere sunt adesea debarasate și deșeurile organice, valorificarea acestora prin arderea directă în incinerator este nesatisfăcătoare, situându-se sub potențialul acestor materiale.

Pubela umedă a fost concepută pentru colectarea resturilor de bucătărie, a articolelor igienice, a alimentelor expirate, ambalajelor biodegradabile și a deșeurilor organice. Pubela uscată a fost prevăzută pentru colectarea ambalajelor fără licență „Der Grüne Punkt”, a plasticului, metalelor, aparaturii electrice și electronice de mici dimensiuni. Colectarea selectivă a deșeurilor de ambalaje cu licența „Der Grüne Punkt”, a hârtiei, a sticlei, a materialelor periculoase și toxice a rămas neschimbată (Figura 3.33).



**Figura 3.33 Schema sistemului cu pubelă umedă și pubelă uscată**

Sursa: Prelucrare după [60]

După colectare, deșeurile din pubela umedă sunt tratate într-o stație de fermentare, obținându-se energie sub formă de biogaz, apoi resturile rezultate din procesul de fermentare sunt incinerate în incineratorul de deșeuri din Kassel, recuperând energie sub formă electrică și termică.

Deșeurile provenite din pubela uscată sunt întâi sortate. Se extrag materialele reciclabile și cele cu putere calorifică crescută. Resturile de sortare sunt incinerate, recuperând energie electrică și termică. Materialele reciclabile sunt preparate și prelucrate pentru a obține materii prime secundare.

De-a lungul proiectului au fost realizate cinci analize de sortare care au arătat că din cantitatea totală de deșeuri, cca. 2/3 s-a regăsit în pubela umedă și 1/3 în cea uscată. Sortarea pubelei umede a relevat o cotă de 15% de debarasări greșite în pubela umedă, însemnând o triere destul de bună. Însă cota de debarasării greșite în pubela uscată s-a dovedit a fi în jur de 50%, fiind compusă în special din sticlă, hârtie, textile, materiale care ar fi trebuit să fie debarasate în continuare în sistemele preexistente [60].

Sistemul probat a demonstrat că poate conduce la dublarea cantității de materiale re folosibile, rezultând 5.742 t/an, față de 2.720 t/an, cât s-a recuperat în sistemul inițial [60].

### 3.9.3 „RESTMÜLLFREIE ABFALLWIRTSCHAFT”

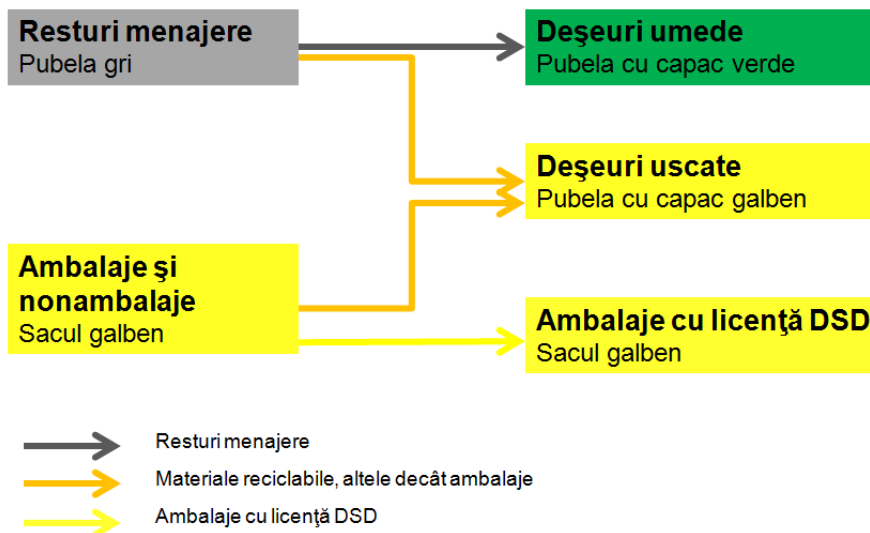
Societatea de salubritate care operează în Regiunea Neckar-Odenwald a implementat un proiect asemănător, denumit „Restmüllfreie Abfallwirtschaft” (gestionarea deșeurilor fără resturi menajere) prezentat schematizat în Figura 3.34.

Proiectul pilot s-a desfășurat în anul 2010, în perioada martie-decembrie, timp în care o comunitate de cca. 2200 de locuitori a participat la separarea deșeurilor în pubela bio-energetică (pubela umedă) și în pubela de materiale reciclabile (pubela uscată).

În pubela bio-energetică s-au colectat deșeurile organice, deșeurile provenite din grădini, articolele igienice și resturile menajere. Așa cum sugerează și denumirea, fracțiile din pubela umedă sunt tratate într-o stație de biogaz. Resturile provenite din procesul de fermentare sunt drenate, uscate și brichetate urmând să fie folosite sub formă de combustibil într-o centrală de cogenerare pe bază de biomasă.

În pubela uscată s-au colectat materialele recuperabile (plastic, metal, lemn), care după sortare au fost prelucrate și reciclate. În perioada studiului s-au colectat cca. 62 de kg/ loc\*an de materiale reciclabile, fracțiunile cele mai semnificative fiind cele de plastic (10,9 kg /loc\*an) și metal (8,9 kg/loc\*an) [61].

#### Situația inițială



**Figura 3.34 Schema sistemului cu pubelă bio-energetică și pubelă pentru materiale refolosibile**

Sursa: Contribuția autoarei



Concluziile desprinse la încheierea proiectului au evidențiat faptul că sistemul nou a fost bine primit de către participanți, bucurându-se de o atitudine pozitivă din partea acestora, dar și cantitățile de debarasări necorespunzătoare, înregistrate în ambele pubele, s-au situat la cote reduse.

Deși, în toate cazurile, proiectele pilot s-au dovedit a avea mare succes, determinând o creștere a cantităților de materiale re folosibile, ce s-au putut recupera pentru reciclare, ele nu au mai fost continuate. Pubela de materiale reciclabile reprezintă în mod clar o soluție mai bună decât sacul/pubela galbenă, însă marea problemă care apare la implementarea ei este legată de finanțarea acestui sistem, atât timp cât ambalajele cu licență sunt finanțate iar restul materialelor, nu. Din acest motiv se păstrează în continuare sistemul inițial, în ciuda eficienței sale reduse.

#### 3.9.4 „WERTSTOFFTonne” KARLSRUHE

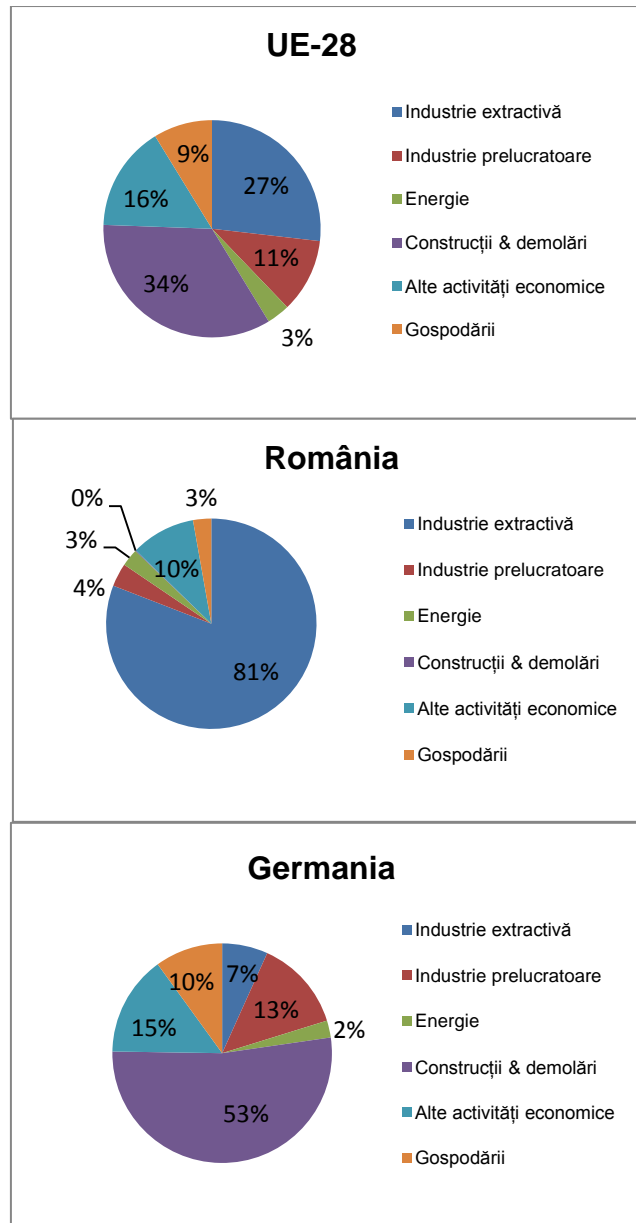
O situație de excepție o constituie cazul orașului Karlsruhe, care a implementat pubela de materiale reciclabile încă din anul 1991. În această pubelă sunt colectate inclusiv ambalajele cu licență, finanțarea făcându-se atât de către municipalitate cât și de DSD. Sistemul acesta funcționează foarte eficient. În zona Karlsruhe se colectează 174 kg/loc\*an materiale reciclabile, depășind media landului de 151 kg/loc\*an, ținta landului fiind pentru anul 2020 de 160kg/loc\*an [62]. Cu toate că sistemul funcționează atât de bine în forma actuală, pentru companiile din sistemele duale care asigură colectarea și valorificarea ambalajelor cu licență, finanțarea este deosebit de costisitoare, căutându-se, din acest motiv, alte metode alternative.

În lumina celor de mai sus, evoluția sistemelor de colectare a materialelor reciclabile în Germania este încă neclară, atât municipalitățile cât și companiile implicate în sistemele duale apărându-și cu convingere interesele și pozițiile deținute.

## **4 GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN ROMÂNIA**

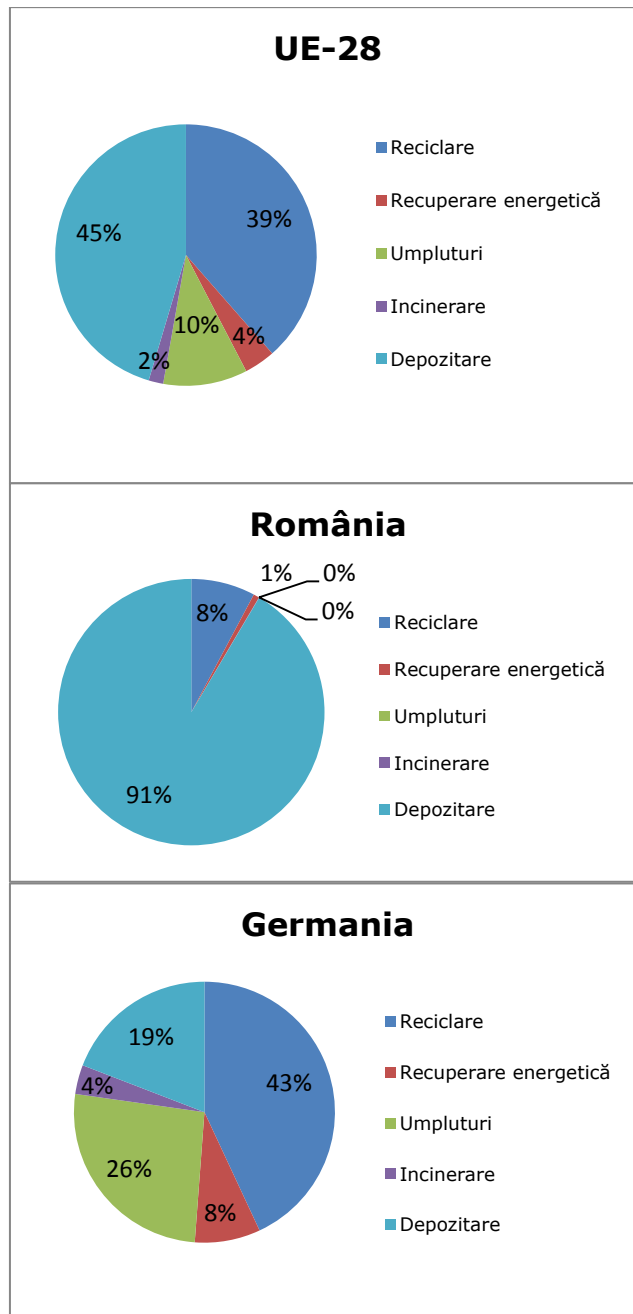
### **4.1 România în context european**

În cadrul Uniunii Europene există variații mari privind cantitățile de deșeuri generate în țările membre. În Figura 4.1 sunt redată spre comparare sursele principale de generare a deșeurilor UE-28, România și Germania. În anul 2012 Danemarca, Cipru, Luxemburg și Germania au înregistrat cantități de deșeuri de peste 600 kg/loc. România, cu 389 kg/loc, se situează printre țările care generează cele mai mici cantități de deșeuri, cu mult sub media europeană de 492 kg/loc, dar în ceea ce privește tratarea deșeurilor, România ocupă unul dintre ultimele locuri. Dacă în Germania sau în Austria peste 60% din deșeurile generate se reciclează, se incinerează (cu recuperare energetică) sau se compostează, în România numai 1% se reciclează. În aceste condiții, cu cca. 99%, România are de departe cea mai mare rată de depozitare a deșeurilor [63]. În Figura 4.2 sunt detaliate mijloacele de reciclare.



**Figura 4.1 Sursele de generare**

Sursa: Contribuție autor pe baza datelor [63]



**Figura 4.2 Căile de tratare a deșeurilor**

Sursa: Contribuție autor pe baza datelor [63]

## 4.2 Situația actuală a gestionării deșeurilor

Încă din perioada precedentă aderării la Uniunea Europeană, România a început transpunerea directivelor europene în legislația românească privind deșeurile. Una dintre cerințele europene este elaborarea unor documente strategice pentru planificarea gestionării deșeurilor. Printre acestea se află două instrumente de bază, menite să asigure implementarea politicilor europene în România: strategia națională și planul național de gestionare a deșeurilor. Strategia națională definește obiectivele României în privința deșeurilor, iar planul național asigură implementarea strategiei, oferind informații privind măsurile necesare pentru a atinge obiectivele definite de strategie. Cele două documente au fost publicate de către Ministerul Mediului în anul 2004, fiind elaborate pentru perioada 2003-2013 și urmând a fi revizuite periodic. La momentul documentării științifice (ianuarie 2015) procesul de revizuire era încă în desfășurare [64].

În anul 2006, agențiile regionale pentru protecția mediului au elaborat planurile regionale de gestionare a deșeurilor, care transpun la nivel regional obiectivele naționale [65].

În ani următori, gestionarea deșeurilor a înregistrat în România o evoluție semnificativă. Integrarea în Uniunea Europeană a accelerat preocupările de a adopta măsuri necesare pentru asigurarea dezvoltării durabile prin tratamentul și eliminarea în mod ecologic a deșeurilor.

Uniunea Europeană a acordat suport financiar pentru crearea unei infrastructuri adecvate de gestionare a deșeurilor, pornind de la colectarea selectivă la sursă și până la tratarea și reglementarea depozitării.

Cu toate acestea, necunoașterea legislației de către autoritățile locale, și nivelul slab de absorbție al fondurilor europene sunt unele din motivele principale pentru gestionarea defectuoasă a deșeurilor.

### 4.2.1 CANTITĂȚILE DE DEȘEURI GENERATE

Conform planului național de gestionare a deșeurilor în perioada 1995 – 2000, indicele mediu de generare a deșeurilor municipale s-a situat la o valoare medie de 293 kg/loc \* an, respectiv 0,8 kg/loc \* zi.

Populația la care s-a raportat acest calcul a fost de 21 milioane locuitori pentru anul 2002, cu o scădere de 0,25%/an până în anul 2007 și de 0,20%/an până în anul 2013.

Este demnă de semnalat diferența semnificativă de generare a deșeurilor între mediul urban și mediul rural. Cantitățile de deșeurii municipale în zona rurală sunt de cca. 256 kg/loc\*an (dintre care 150 kg/loc\*an deșeurii menajere) reprezentând puțin peste jumătate din cantitățile generate în mediul urban dens populat (cca. 488 kg/loc\*an deșeurii municipale din care 290 kg/loc\*an deșeurii menajere) [66].

## 4.2.2 COMPOZIȚIA DEȘEURILOR

Compoziția deșeurilor, redată în Tabelul 4.1, evidențiază faptul că fracțiunea organică are ponderea cea mai însemnată și reprezintă peste jumătate din deșeurile produse în România, iar pe locul următor se situează hârtia, urmată de materialele plastice, sticlă și textile.

**Tabelul 4.1 Compoziția deșeurilor**

Surse: [66] și [67]

Componente	1998		2002		2009	
	%	kg/loc*an	%	kg/loc*an	%	kg/loc*an
Hârtie, carton	13	34	11	39	12	47
Sticlă	6	16	5	18	5	20
Metale	5	13	5	18	3	12
Plastic	9	24	10	35	10	39
Textile	6	16	5	18	n.a.	n.a.
Biodegradabile	53	139	51	179	57	224
Lemn	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2	8
Deșeuri voluminoase	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1	4
Altele	8	21	13	46	10	39
Total	100	263	100	352	100	393

## 4.2.3 SISTEMELE DE COLECTARE

Responsabilitatea colectării deșeurilor aparține municipalităților, care au posibilitatea de a contracta firme private de salubritate pentru efectuarea acestui serviciu. În general, orașele beneficiază de servicii de colectarea a deșeurilor. Firmele private de salubritate încheie contracte cu beneficiarii și, pe baza acestor contracte, colectează în mod regulat deșeurile de la populație, în perioade prestabilite de timp (de obicei de 2 ori pe lună/săptămână). Este de menționat faptul că această colectare a deșeurilor nu are o acoperire completă în toate orașele.

Zonele rurale sunt foarte rar conectate la sisteme coerente de colectare a deșeurilor. Deșeurile sunt de cele mai multe ori depozitate necorespunzător în diverse spații libere sau sunt arse în gospodăriile individuale.

Colectarea în localitățile urbane se efectuează cu vehicule specifice precum autogunoiere compactoare, autotransportoare de containere, autobasculante sau autocamioane. În zonele rurale se folosesc adesea tractoarele cu remorcă.

Colectarea informală vizează, în special, metalul și sticlele PET și are loc direct la sursă (din tomberoane, înainte de ridicare) sau la depozitele de deșeuri.

În unele municipalități a fost introdusă deja colectarea selectivă a materialelor reciclabile, dar lipsa infrastructurii necesare determină rate slabe de selectare. La începutul anului 2014 Camera Deputaților, în calitate de for decizional, a aprobat un proiect de lege privind obligativitatea colectării selective a hârtiei, maselor plastice, metalului și sticlei [68].

#### 4.2.4 RECICLAREA

Cele mai multe județe au o infrastructură de reciclare puțin dezvoltată. Înainte de anul 1989 în România exista o tradiție în colectarea selectivă a hârtiei, sticlei și a metalului în scopul reciclării. Această tradiție și-a pierdut importanța în anii care au urmat. Cu toate acestea, pe piață există atât cererea cât și posibilitățile de reciclare.

Unele societăți de salubritate colectează selectiv hârtia, cel mai adesea de la agenții comerciali și mai puțin de la populație. Maculatura poate fi și ea predată contra unei remunerări la centrele de colectare. Industria hârtiei acceptă deșeurile de hârtie și carton, pe care le prelucrează în funcție de capacități.

Metalul poate fi predat contra unei remunerări la centrele de colectare, după care este retopit și turnat în lingouri, fiind transportat apoi la alte unități pentru procesare.

Pentru colectarea sticlei, unele municipalități pun la dispoziție containere speciale. Deșeurile astfel colectate sunt preluate de industria sticlei pentru a fi reciclate.

Materialul plastic este în unele municipalități colectat selectiv, apoi este compactat și balotat. O parte din acest material este exportat în Ungaria, Italia, China etc., iar o altă parte este prelucrată de către agenții economici din industria maselor plastice din țară.

Potrivit Ministerului Mediului și Schimbărilor Climatice, în conformitate cu obiectivele minime de valorificare prin reciclare ale anului 2013 au fost următoarele: metal 50%, sticlă 60%, plastic 22,5%, hârtie și carton 60% [69].

#### 4.2.5 INCINERAREA

În momentul de față, incinerarea se practică în România doar pentru eliminarea deșeurilor periculoase. Incinerarea deșeurilor menajere, în scopul recuperării energetice, nu este încă aplicată. Acest aspect este datorat procentajului mare al fracțiunii organice aflate în compoziția deșeurilor, în care umiditatea acestora este foarte crescută iar puterea calorică este redusă (în jur de 9000 kJ/t). Acestui fapt i se adaugă și costurile crescute ale unei instalații de incinerare. Cu toate acestea există în plan, câteva proiecte de construire a unor astfel de centrale (București și Timișoara).

#### 4.2.6 DEPOZITAREA

Depozitarea este încă cea mai răspândită modalitate de eliminare a deșeurilor. Un pas important îl reprezintă închiderea depozitelor neconforme și construirea unor noi, conforme, ecologice, respectându-se astfel standardele europene. Cu toate acestea, depozitarea deșeurilor se face, chiar și în noile depozite, încă necorespunzător.

### 4.3 Studiu de caz Timișoara

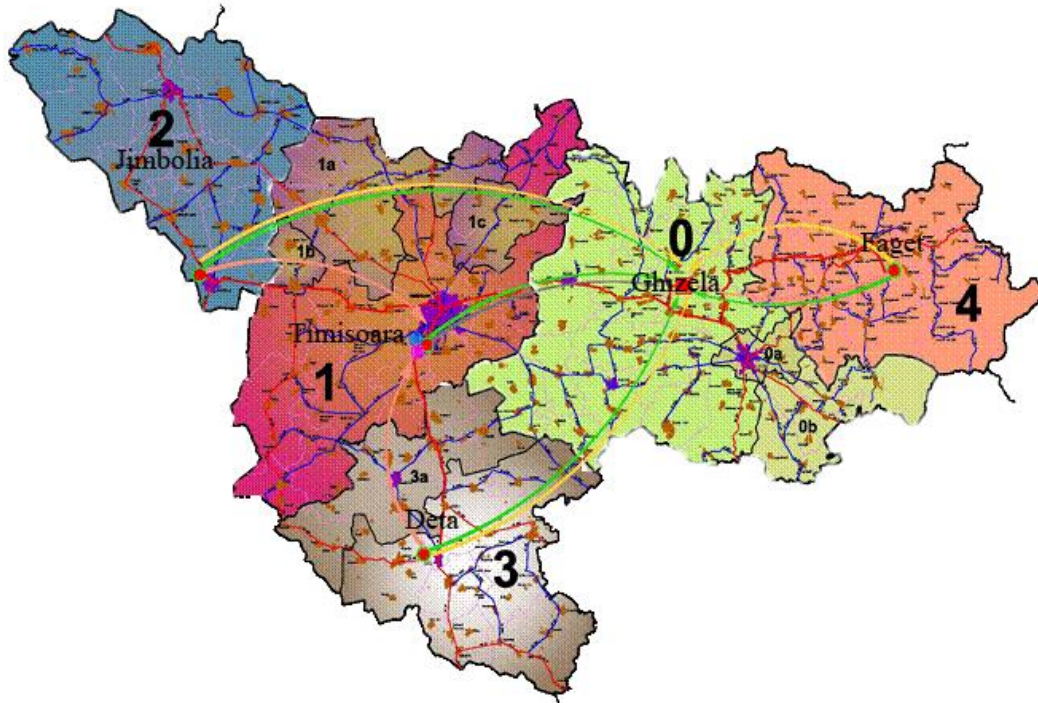
În anul 2003 doar 63% din populația județului Timiș beneficia de servicii de colectare sistematică a deșeurilor. În timp ce populația din zonele urbane era într-un procentaj de cca. 96% conectată la un astfel de sistem, în zonele rurale, serviciile de colectare acopreau doar cca. 11% din totalul populației [70].

#### 4.3.1 SISTEMELE DE COLECTARE

Până în anul 2008, deșeurile municipale erau colectate într-o pubelă unică și erau transportate pe o distanță de până la 15 km la Parța-Șag, unde erau depozitate. La sfârșitul anului 2008 acest depozit neconform a fost închis. La o distanță de cca. 35 km de orașul Timișoara, în localitatea Ghizela-Șanovița a fost deschis un depozit ecologic nou.

Din punct de vedere al gestionării deșeurilor, județul Timiș este împărțit în cinci zone de colectare (Figura 4.3).





**Figura 4.3 Zonele de colectare a deșeurilor în județul Timiș**

Sursa: [71]

Potrivit acestei împărțiri, orașul Timișoara și localitățile sale limitrofe fac parte din zona 1 de colectare. Serviciile de salubritate în această zonă sunt asigurate de Societatea RETIM. Această unitate dispune de utilaje, în majoritate, conforme standardului de poluare Euro 5 și Euro 6 [72].

Creșterea semnificativă a distanței de transport, corelată cu costurile de operare ridicate, au grăbit găsirea unor soluții privind gestionarea deșeurilor. Astfel, Societatea de Salubritate RETIM a inițiat în anul 2007 introducerea unui sistem de colectare cu două pubele: „pubela umedă”, destinată colectării deșeurilor reziduale și „pubela uscată”, pentru colectarea deșeurilor reciclabile (hârtie, plastic, sticle PET, doze metalice), aspect evidențiat în Figura 4.4.



**Figura 4.4 Pubela umedă și pubela uscată din sistemul dual de colectare**

Sursa: [73]

La sfârșitul anului 2008, noul sistem, a fost introdus în întreg orașul. Pentru colectare există recipiente standardizați, care sunt goliți la intervale diferite (zilnic, de două ori pe săptămână sau o dată pe săptămână).

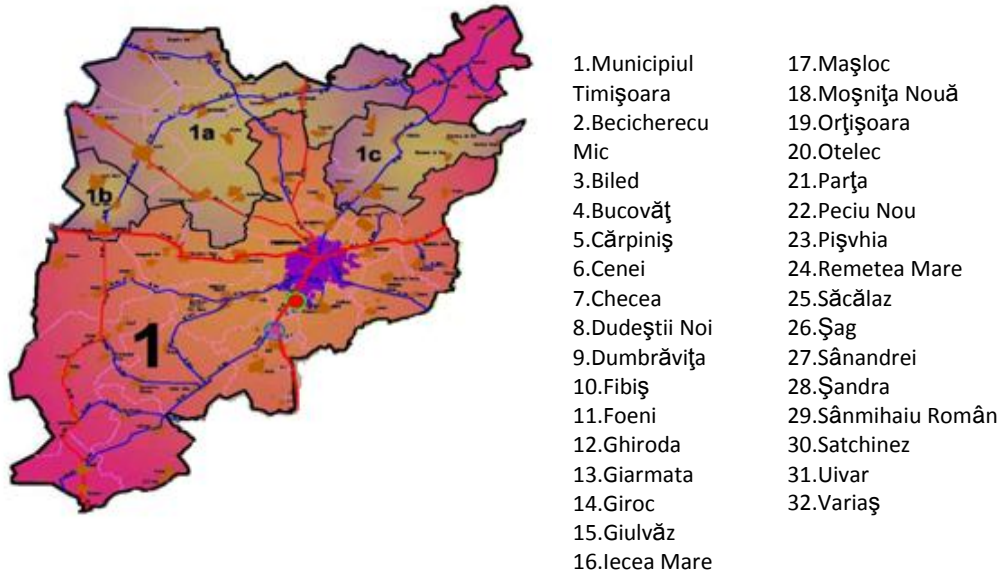
Pentru colectarea selectivă a sticlei sunt plasate în oraș containere speciale unde locuitorii pot depune ambalajele din sticlă.

#### 4.3.2 RECICLAREA

Sistemul dual de colectare s-a dovedit a avea rezultate destul de bune în zonele periferice ale orașului, unde structura preponderentă este cea de case uni-familiale. În centrul orașului predomină blocurile de locuințe, care au demonstrat un randament scăzut de sortare a materialelor reciclabile.

Potrivit purtătorului de cuvânt al societății RETIM, rata de colectare selectivă pe care o efectuează populația este de 20%, obiectivul propus pentru anul 2018 fiind de 40% [74].

În anul 2010 Societatea de Salubritate RETIM a inaugurat stația de sortare de la Timișoara, cu o capacitate de aproximativ 135.000 t/an [75] unde sunt sortate deșeurile provenite din municipiul Timișoara și localitățile sale limitrofe (Figura 4.5).



**Figura 4.5 Harta zonei deservite de stația de sortare a societății RETIM**

Sursa: [76]

Stația de sortare dispune de o linie manuală, pentru sortarea materialelor reciclabile din pubela uscată și o linie de sortare mecanizată, pentru sortarea materialelor cu potențial caloric ridicat, ce pot fi valorificate energetic.

La deponul de la Ghizela este amplasată o stație de sortare pentru celelalte zone de colectare din județ (zonele 0,2,3,4, din Figura 4.3), cu o capacitate de cca. 16.000 t/an [77].

Cea de a treia stație de sortare din județul Timiș se află în localitatea Satchinez, care are o capacitate de 2000 t/an și prelucrează deșeurile provenite din localitățile Satchinez, Varias, Sandra, Becicherecu Mic, Dudeștii Noi și Orțișoara [77].

Materialele reciclabile sunt preluate de o serie de agenți economici din Timișoara, care se ocupă cu prelucrarea acestora.

#### 4.3.3 COMPOSTAREA

În orașul Timișoara, deșeurile biodegradabile nu sunt colectate selectiv de la populație. Acest lucru nu se întâmplă în niciuna din localitățile județului Timiș. Județul însă beneficiază de două stații de compostare unde sunt aduse și compostate deșeurile organice din piețe, parcuri și grădini. Una dintre stații se află la Timișoara și este destinată tratării biologice a deșeurilor din zonele 1, 2 și 3.

Cea de-a doua stație este amplasată la Ghizela unde sunt tratate biologic deșeurile provenite din zonele 0 și 4.

#### 4.3.4 TRATAREA MECANO-BIOLOGICĂ

Deșeurile reziduale colectate selectiv din zonele 1 (exceptând municipiul Timișoara și 9 comune periurbane ale acestuia), 2, 3 și 4, împreună cu deșeurile din piețe și parțial deșeurile biodegradabile rezultate din stația de sortare pentru valorificare energetică RETIM, sunt tratate la stația mecano-biologică din cadrul deponeului de la Ghizela. Această stație are o capacitate de 77.000 t/an.

#### 4.3.5 ELIMINAREA DEȘEURILOR REZIDUALE

Deșeurile reziduale sunt depuse la depozitul ecologic de la Ghizela. Depozitul se întinde pe o suprafață de aproape 60 ha și are o capacitate de peste 5,5 mil. m<sup>3</sup>, fiind destinat deșeurilor nepericuloase [77].

La Ghizela se găsește o platformă de stocare temporară a deșeurilor, destinată deșeurilor periculoase, deșeurilor voluminoase și deșeurilor de echipamente electrice.

Costurile ridicate de transport au impus și amplasarea unei stații de transfer. Deșeurile aduse de utilajele de colectare sunt compactate aici și încărcate în camioane pentru transportul pe distanțe lungi.

#### 4.3.6 ELIMINAREA NĂMOLURILOR DE LA STAȚIILE DE EPURARE A APELOR UZATE

Soluția practică în momentul de față pentru nămolul provenit de la stațiile de epurare a apelor uzate este depozitarea. Deoarece reprezintă o cantitate mică, producerea de biogaz este nerentabilă. În anul 1990 s-a proiectat supradimensionat o cantitate de ape uzate de 650 l/loc/zi. În momentul de față însă se înregistrează valori de doar cca. 200 l/loc/zi. Timpul de decantare s-a redus de la 1,5 la 0,5 ore, eliminarea decantării primare conducând la reducerea capacității metatancurilor până la 1/3 datorită nisipului nedecantat. Datorită amestecării cu nămolurile industriale, utilizarea în agricultură nu ar contribui la îmbunătățirea calității solului ci, dimpotrivă, l-ar contamina [78].

## 4.4 Evidențierea punctelor slabe

Una din problemele majore în gestionarea deșeurilor o reprezintă lipsa datelor cu coeficient ridicat de încredere privind generarea deșeurilor.

Așezările urbane nu sunt în totalitate acoperite de servicii pentru colectarea deșeurilor menajere. În zonele rurale, deșeurile sunt în mică măsură colectate, ele sunt debarasate neautorizat de către populație, în spații neamenajate, sau sunt incinerate în spații deschise (curți sau grădini).

Planificarea gestionării deșeurilor se face, de cele mai multe ori, fără o coordonare prealabilă. Lipsește identificarea părților interesate și implicarea acestora în procesul de planificare.

Populația din zonele rurale are un nivel de conștientizare și informare relativ redus. În zonele urbane nivelul de conștientizare este în creștere însă angajamentul și implicarea populației în direcția colectării selective a deșeurilor sunt foarte scăzute.

Infrastructura de reciclare este redusă, atât la nivel local, cât și la nivel național. Lipsesc atât puncte de colectare pentru materialele reciclabile cât și instalațiile de reciclare.

## 5 ANALIZA DEȘEURILOR

### 5.1 Tipurile generale de deșeuri

Analiza deșeurilor a intrat în atenția generală prin intermediul cercetătorilor, care și-au dorit să înțeleagă mai bine diverse procese. Legislația privind deșeurile a condus în ultimul timp la creșterea interesului pentru analiza deșeurilor și în alte domenii, cum ar fi cele juridice și economice. Standardizarea în tehnicile de investigare a deșeurilor a lipsit foarte mult timp datorită diversității mari a substanțelor componente. Specificațiile folosite sunt preluate din alte sectoare de activitate iar adaptarea lor pentru investigarea deșeurilor nu a fost făcută sistematic.

Thomé-Kozmiensky și Beckmann [79] subliniază importanța cunoașterii detaliate a compoziției deșeurilor în tratarea acestora.

Analiza deșeurilor este o temă de importanță majoră, care nu se poate neglija în cadrul proceselor de planificare a sistemelor de gestionare a deșeurilor. Pentru fiecare pas al procesului de planificare, începând de la momentul în care trebuie ales sistemul de colectare adecvat și până la evaluarea impactului pe care acest sistem îl are asupra mediului, există o serie de parametri ce trebuie riguros determinați [80].

Decizia Comisiei Europene 2000/532/EC stabilește o listă cu tipurile de deșeuri listată în Tabelul 5.1.

**Tabelul 5.1 Tipurile de deșeuri**

Sursa: Legislația EU

Cap.	Tipuri de deșeuri
01	Wastes resulting from exploration, mining, dressing and further treatment of minerals and quarry
02	Wastes from agricultural, horticultural, hunting, fishing and aquacultural primary production, food preparation and processing
03	Wastes from wood processing and the production of paper, cardboard, pulp, panels and furniture
04	Wastes from the leather, fur and textile industries
05	Wastes from petroleum refining, natural gas purification and pyrolytic treatment of coal
06	Wastes from inorganic chemical processes
07	Wastes from organic chemical processes

08	Wastes from the manufacture, formulation, supply and use of coatings (paints, varnishes and vitreous enamels), adhesives, sealants and printing inks
09	Wastes from the photographic industry
10	Inorganic wastes from thermal processes
11	Inorganic metal-containing wastes from metal treatment and the coating of metals, and non-ferrous hydrometallurgy
12	Wastes from shaping and surface treatment of metals and plastics
13	Oil wastes (except edible oils, 05 and 12)
14	Wastes from organic substances used as solvents (except 07 and 08)
15	Waste packaging; absorbents, wiping cloths, filter materials and protective clothing not otherwise specified
16	Wastes not otherwise specified in the list
17	Construction and demolition wastes (including road construction)
18	Wastes from human or animal health care and/or related research (except kitchen and restaurant wastes not arising from immediate health care)
19	Wastes from waste treatment facilities, off-site waste water treatment plants and the water industry
20	Municipal wastes and similar commercial, industrial and institutional wastes including separately collected fractions

Atunci când se impune, de exemplu, implementarea unui sistem corespunzător de colectare a deșeurilor, parametrul cheie care trebuie determinat este cel legat de compoziția materială a deșeurilor. Acest parametru se determină prin intermediul analizelor de sortare.

În pasul următor, din ciclul de viață al deșeurilor, tratarea, respectiv planificarea unei stații de tratare a deșeurilor, se evidențiază și alți parametri care se impun a fi determinați. În această etapă devin relevanți o serie de parametri precum densitatea, compoziția elementară, conținutul de apă sau puterea calorică, ce se determină prin analize de laborator.

Pentru a evalua impactul sistemului asupra mediului înconjurător este necesară caracterizarea inventarului de materiale. La nivel european nu există încă un standard de analiză a deșeurilor. În lume, în Europa, și de multe ori chiar pe teritoriul unei țări, există diferite metode pentru evaluarea impactului, care sunt utilizate în paralel.

Instrumentul de Analiză a Deșeurilor Solide (Solid Waste Analysis-tool), din cadrul celui de-al cincilea program cadru al Comisiei Europene a pus la dispoziție o propunere pentru o metodă standard europeană de caracterizare a deșeurilor solide. Austria, Germania, Italia, Spania, Marea Britanie, România și Polonia au participat la acest proiect care a durat trei ani și a fost încheiat în anul 2004. În afara unui număr extins de surse din țările participante, manualul acestui instrument pentru analiza deșeurilor solide a sintetizat experiențe dintr-o serie de țări cum ar fi Franța (ADEME), Olanda (RIVM), Statele Unite (EPA, ASTM, Rugg) și Japonia [81], [82] și [83].

Acest instrument de analiză a deșeurilor solide nu a avut perspective să devină un standard european. Manualul său este destul de complicat iar metodele recomandate includ prelevarea probelor de la un număr extins de pubele domestice și sortarea separată a fiecăreia dintre ele. Această procedură este utilă atunci când se urmărește să se analizeze și să se compare comportamentul individual al gospodăriilor în ceea ce privește deșeurile, dar efortul și costurile unei asemenea analize sunt excesiv de mari. În plus, selecția componentelor în cadrul acestei metode poate fi pusă la îndoială datorită lipsei de consistență [80].

## 5.2 Tipurile de deșeuri municipale

Decizia Comisiei Europene 2000/532/EC, ce stabilește tipurile de deșeuri, a fost adoptată în România ca Hotărâre de Guvern HG 856/2002 privind evidența gestiunii deșeurilor și pentru aprobarea listei cuprinzând deșeurile, inclusiv deșeurile periculoase. În Tabelul 5.2 sunt listate capitolele de deșeuri conform 2000/532/EC.

**Tabelul 5.2 Tipurile de deșeuri din legislația europeană**

Sursă:

[84]

Cap.	Tipuri de deșeuri
01	Deșeuri de la exploatarea minieră, a carierelor și de la tratarea fizică și chimică a mineralelor
02	Deșeuri din agricultură, horticultură, acvacultură, silvicultură, vânătoare și pescuit, de la prepararea și procesarea alimentelor
03	Deșeuri provenite din prelucrarea lemnului, producerea plăcilor, a mobilei, pastei de hârtie, hârtiei și a cartonului
04	Deșeuri din industria pielăriei, blănăriei și textilelor
05	Deșeuri de la rafinarea petrolului, purificarea gazelor naturale și tratarea pirolitică a cărbunilor
06	Deșeuri din procese chimice anorganice
07	Deșeuri din procese chimice organice



08	Deșeuri de la producerea, prepararea, furnizarea și utilizarea (ppfu) straturilor de acoperire (vopsele, lacuri și emailuri vitroase), a adezivilor, cleiurilor și cernelurilor tipografice
09	Deșeuri din industria fotografică
10	Deșeuri din procesele termice
11	Deșeuri de la tratarea chimică a suprafețelor și acoperirea metalelor și a altor materiale; hidrometalurgia neferoasă
12	Deșeuri de la modelarea, tratarea mecanică și fizică a suprafețelor metalelor și materialelor plastice
13	Deșeuri uleioase și deșeuri de combustibili lichizi, cu excepția uleiurilor comestibile și a celor de la capitolele 05 și 12
14	Deșeuri de solvenți organici, agenți de răcire și carburanți, cu excepția celor din 07 și 08
15	Deșeuri de ambalaje, materiale absorbante, materiale de lustruire, filtrante și îmbrăcăminte de protecție, nespecificate în altă parte
16	Deșeuri nespecificate în altă parte
17	Deșeuri din construcții și demolări, inclusiv pământ excavat din amplasamente contaminate
18	Deșeuri din activități de ocrotire a sănătății umane sau din activități veterinare și/sau cercetări conexe, cu excepția deșeurilor provenite de la prepararea hranei din bucătării sau restaurante, care nu provin direct din activitatea de ocrotire a sănătății
19	Deșeuri de la instalațiile de tratarea a reziduurilor, de la stațiile de epurare a apelor uzate și de la tratarea apelor pentru alimentarea cu apă potabilă și de uz industrial
20	Deșeuri municipale asimilabile din comerț, industrie, instituții, inclusiv fracțiunile colectate selectiv

Ultimul capitol al acestei liste este dedicat deșeurilor municipale, incluzând deșeurile asimilabile din comerț, industrie și instituții, cât și fracțiunile colectate selectiv (Tabelul 5.3).

**Tabelul 5.3 Detalierea capitolului de deșeurilor municipale**

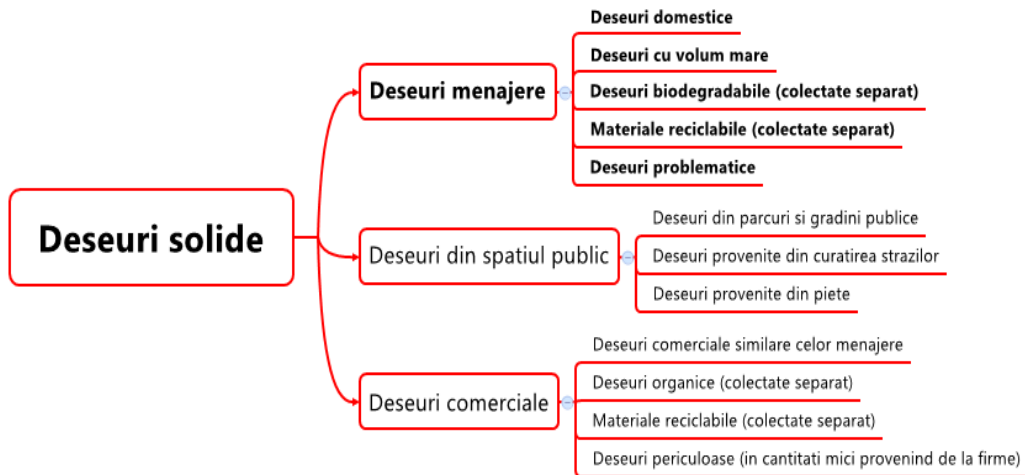
Sursă [84]

Cap.	Tipuri de deșeuri
20	DEȘEURILE MUNICIPALE (DEȘEURI MENAJERE ȘI ASIMILABILE DIN COMERȚ, INDUSTRIE ȘI INSTITUȚII) INCLUSIV FRAȚIUNILE COLECTATE SELECTIV
20 01	Fracțiuni colectate selective, cu excepția celor specificate la 15 01

20 01 01	Hârtie și carton
20 01 02	Sticlă
20 01 08	Deșeuri biodegradabile de la bucătării și cantine
20 01 10	Îmbrăcămintă
20 01 11	Textile
20 01 13*	Solvenți
20 01 14*	Acizi
20 01 15*	Baze
20 01 17*	Substanțe chimice fotografice
20 01 19*	Pesticide
20 01 21*	Tuburi fluorescente și alte deșeuri cu conținut de mercur
20 01 23*	Echipamente abandonate cu conținut de CFC (clorofluorocarburi)
20 01 25	Uleiuri și grăsimi comestibile
20 01 26*	Uleiuri și grăsimi, altele decât cele specificate la 20 01 25
20 01 27*	Vopsele, cerneluri, adezivi și rășini conținând substanțe periculoase
20 01 28	Vopsele, cerneluri, adezivi și rășini, altele decât cele specificate la 20 01 27
20 01 29*	Detergenți cu conținut de substanțe periculoase
20 01 30	Detergenți, alții decât cei specificați la 20 01 29
20 01 31*	Medicamente citotoxice și citostatice
20 01 32	Medicamente, altele decât cele menționate la 20 01 31
20 01 33*	Baterii și acumulatori incluși în 16 06 01, 16 06 02 sau 16 06 03 și baterii și acumulatori nesortați conținând aceste baterii
20 01 34	Baterii și acumulatori, altele decât cele specificate la 20 01 33
20 01 35*	Echipamente electrice și electronice casate, altele decât cele specificate la 20 01 21 și 20 01 23 cu conținut de componente periculoase
20 01 36	Echipamente electrice și electronice casate, altele decât cele specificate la 20 01 21, 20 01 23 și 20 01 35
20 01 37*	Lemn cu conținut de substanțe periculoase

	20 01 38	Lemn, altul decât cel specificat la 20 01 37
	20 01 39	Materiale plastice
	20 01 40	Metale
20 02	Deșeuri din grădini și parcuri (incluzând deșeurile din cimitire)	
	20 02 01	Deșeuri biodegradabile
	20 02 02	Pământ și pietre
	20 02 03	Alte deșeuri nedegradabile
20 03	Alte deșeuri municipale	
	20 03 01	Deșeuri municipale amestecate
	20 03 02	Deșeuri din piețe
	20 03 03	Deșeuri stradale
	20 03 04	Nămoluri din fosele septice
	20 03 06	Deșeuri de la curățarea canalizării
	20 03 07	Deșeuri voluminoase
	20 03 99	Deșeuri menajere fără altă specificație

În funcție de origini, deșeurile solide pot fi împărțite în următoarele categorii (Figura 5.1, reprezentată mărit în Anexa 4): deșeuri provenind din gospodărie; deșeuri provenind din spații publice; deșeuri comerciale.



**Figura 5.1 Clasificarea deșeurilor în funcție de sursă**

Sursă: Contribuție autor după ghidul de procedură [38]

### 5.3 Compoziția materialelor

Analiza compoziției materialelor are ca scop colectarea de informații privind conținutul de materiale valoroase din deșeurile pe de o parte și calitatea separării lor pe de altă parte. Ea indică atât cantitățile diferitelor fracțiuni, cât și conținutul de impurități.

Pe baza datelor colectate în timpul analizei privind compoziția materialelor, pot fi evaluate atât calitatea cât și performanțele colectării selective. În acest scop se pot calcula o serie de parametri, dintre care cei mai uzuali sunt: potențialul; rata de colectare; rata de sortare; rata de valorificare; conținutul de impurități.

### 5.4 Indicatori caracteristici ai deșeurilor

#### 5.4.1 POTENȚIALUL MATERIALULUI

Calcularea potențialului (relația 5.1) este întotdeauna condiționată de determinarea compoziției deșeurilor menajere reziduale. Acest potențial indică întreaga cantitate de materiale reciclabile care sunt generate în gospodăriile individuale și include atât materialele colectate selectiv cât și pe cele debarasate în deșeurile reziduale. Este posibil ca aceste materiale reciclabile să apară și în deșeurile cu volum mare, sau chiar în containerele destinate altor tipuri de materiale reciclabile (ex. sticle de plastic debarasate în containerul de recipiente din sticlă). Potențialul total este exprimat fie ca o cantitate totală Mg/an, fie ca o cantitate specifică kg/loc\*an.

$$P_{Rx} = CS_{Rx} + Cota_{Rx/DMR} * DMR + Cota_{Rx/DV} * DV \quad (5.1)$$

În care:

$P_{Rx}$	potențialul total pentru materialul reciclabil x (în Mg/an sau în kg/loc.*an);
$SC_{Rx}$	cantitate colectată selectiv din materialul reciclabil x;
$Cota_{Rx/HRW}$	procentul de material reciclabil x prezent în deșeurile menajere reziduale;
$DMR$	deșeuri menajere reziduale;
$Cota_{Rx/DV}$	procentul de deșeuri reciclabile x prezent în deșeurile voluminoase;
$DV$	deșeuri voluminoase.

#### 5.4.2 RATA DE COLECTARE

Rata de colectare (relația 5.2) reprezintă procentul dintr-un anumit material reciclabil, care este colectat într-un sistem selectiv și care se raportează la potențial. O rată de colectare de 100% este imposibil de realizat în practică, astfel că o parte din materialul respectiv se va regăsi în deșeurile reziduale, una din cauze fiind lipsa motivației populației de a participa la colectarea selectivă.

$$RC_{Rx} = \frac{SC_{Rx}}{P_{Rx}} \quad [\%] \quad (5.2)$$

În care:

$RC_{Rx}$	rata de colectare a materialului reciclabil x;
$SC_{Rx}$	cantitatea colectată selectiv din materialul reciclabil x;
$P_{Rx}$	potențialul materialului reciclabil x.

#### 5.4.3 RATA DE SORTARE

În practică, se întâmplă ca în containerele dedicate materialelor reciclabile să se regăsească impurități, care sunt îndepărtate în procesul de sortare. În timpul sortării se îndepărtează pe lângă impurități și acele materiale reciclabile care datorită gradului sporit de contaminare nu mai pot fi reciclate. Rata de sortare (relația 5.3) este procentul care se sortează din cantitatea totală colectată.

$$RS_{Rx} = \frac{PU_{Rx}}{PC_{Rx}} * 100 \quad [\%] \quad (5.3)$$

În care:

$RS_{Rx}$	rata de sortare a materialului reciclabil x;
$PU_{Rx}$	cantitatea de material reciclabil x practic utilizabilă;
$PC_{Rx}$	cantitatea de material reciclabil x practic colectată.

## 5.4.4 RATA DE RECUPERARE

Prin rata de recuperare cantitatea de material reciclabil care ajunge să fie într-adevăr recuperat este raportată la potențialul real (relația 5.3).

$$RR_{Rx} = \frac{CV_{Rx}}{P_{Rx}} [\%] \quad (5.4)$$

În care:

$RR_{Rx}$	rata de recuperare a materialului reciclabil x;
$CV_{Rx}$	cantitatea valorizată din materialul reciclabil x;
$P_{Rx}$	potențialul materialului reciclabil x.

## 5.4.5 CONȚINUTUL DE IMPURITĂȚI

Conținutul de impurități (relația 5.5) reprezintă raportul procentual dintre cantitatea de material neutilizabil și cantitatea totală de material reciclabil colectată.

$$CI_{Rx} = \frac{Cota\ NU_{Rx}}{CT_{Rx}} [\%] \quad (5.5)$$

În care:

$CI_{Rx}$	conținutul de impurități în materialul reciclabil x;
$Cota\ NU_{Rx}$	cota de material neutilizabil (inclusiv impurități) prezente în materialul reciclabil x;
$CT_{Rx}$	cantitatea totală colectată din materialul reciclabil x.

## 5.4.6 RATA DE ABSORBȚIE

Rata de absorbție (relația 5.6) este folosită pentru evaluarea colectării materialelor reciclabile. Este relevant și trebuie clarificat dacă în cantitatea totală de deșeuri menajere sunt conținute și deșeurile voluminoase sau nu.

$$RA = \frac{Cota\ TU}{TDM} \dots [\%] \quad (5.6)$$

În care:

$RA$	rata de absorbție;
$Cota\ TU$	cota de utilizare teoretică;
$TDM$	cantitatea totală de deșeuri menajere.

Diferitele rate pot fi calculate fie individual pentru fiecare material reciclabil în parte, fie pentru suma de materiale reciclabile colectate selectiv.

## **6 CONȘTIENTIZAREA POPULAȚIEI**

### **6.1 Atitudinea populației**

Un factor cheie pentru a asigura succesul implementării oricărei politici de gestionare a deșeurilor îl reprezintă populația. Atitudinea cetățenilor față de separarea la sursă, conștientizarea privind problemele de mediu și înțelegerea importanței implicării lor în aceste procese nu trebuie neglijate, ba din contră trebuie abordate și tratate cu atenție.

Un studiu efectuat în Marea Britanie [85] sugerează faptul că atitudinile de reciclare sunt factorul major în determinarea comportamentului de reciclare și că aceste atitudini sunt influențate, în primul rând, de deținerea unor oportunități adecvate, facilități și cunoștințe necesare pentru a recicla, și în al doilea rând de a nu se lăsa descurajate de problemele reciclării precum timpul, spațiul sau alte inconveniențe. În plus, experiența anterioară de reciclare, preocuparea pentru comunitate și consecințele reciclării influențează comportamentul de reciclare. Studiul efectuat susține de asemenea ideea că reciclarea, minimizarea deșeurilor prin intermediul punctului de achiziționare și minimizarea prin reparare sau reutilizare, reprezintă diferite dimensiuni ale comportamentului de gestionare a deșeurilor, necesitând astfel strategii și mesaje diferite. În ceea ce privește comportamentul de minimizare a deșeurilor, este probabil ca el să fie influențat pozitiv de preocuparea pentru mediu și comunitate și inhibat de percepții de inconveniență, lipsă de timp sau de informare.

În țările Europei de Vest populația s-a implicat de timpuriu în problemele de mediu, determinând apariția mișcărilor ecologiste, care au accelerat implementarea politicilor de mediu. România se confruntă însă cu o situație diferită. Gradul de conștientizare al populației se situează la un nivel foarte scăzut iar alinierea la cerințele Uniunii Europene impune implementarea politicilor de mediu, care nu se pot realiza fără suportul populației. Din acest motiv campaniile generale de conștientizare a populației sunt extrem de necesare.

### **6.2 Metode de conștientizare**

Experiența altor țări demonstrează că această conștientizare se construiește prin campanii pe diferite căi de informare [86]. Mass media asigură cel mai mare nivel de acoperire prin canalele de televiziune, posturile de radio și prin presa scrisă. O importanță din ce în ce mai mare o capătă "social media", generația "facebook" dovedind o capacitate mare de implicare, mobilizare și de răspândire a informației. Asociațiile nonguvernamentale contribuie și ele, în mod obișnuit, la propagarea mesajelor în rândul populației. Deși se consideră că au un impact ceva mai scăzut, nu sunt de neglijat nici mesajele transmise prin canalele populare de cultură cum ar fi: cărțile, muzica sau filmele. Nu trebuie neglijată nici educația copiilor, prin intermediul familiei și școlilor.

Cadrul general de informare trebuie să fie creat de către autoritățile publice (guvern, administrații naționale și locale) care să asigure infrastructura pentru difuzarea mesajelor, eventual crearea de centre pentru informare și consiliere.

În anul 2005 DEFRA (Departamentul Guvernamental Responsabil de Protecția Mediului din Marea Britanie) a demarat un proiect pilot de responsabilizare a populației bazat pe stimulente. Scopul proiectului a fost acela de a evalua o serie de scheme de stimulente pentru a încuraja gospodăriile în a reduce, reutiliza, recicla sau de a composta deșeurile [87].

Planul de acțiune propus de către DEFRA autorităților, pentru a obține maximum de rezultate din oferirea de stimulente gospodăriilor, a fost alcătuit din șase pași [87]:

- Pasul 1: Identificarea barierelor pentru a îmbunătăți performanțele;
- Pasul 2: Definirea unor țeluri și obiective măsurabile;
- Pasul 3: Elaborarea mesajelor cheie pentru stimulente;
- Pasul 4: Includerea părților interesate și a partenerilor;
- Pasul 5: Implementarea stimulentei și a infrastructurii de susținere;
- Pasul 6: Revizuirea și feedback-ul succesului.

Studiile efectuate au generat o serie de exemple de bune practici care pot fi folosite și de alte autorități locale. Cele mai semnificative sunt enumerate în cele ce urmează [87]:

-publicitatea extinsă în diverse medii de informare;

-idei inovative, ca spre exemplu, mesaje text pe telefoanele mobile, pentru a le reaminti celor implicați în proiectul pilot să recicleze deșeurile;

-colabrarea cu părțile interesate, la nivel local, pentru a maximiza rezultatele campaniei prin eficientizarea costurilor;

-asigurarea faptului că resursele necesare sunt disponibile, atât cele materiale cât și cele umane;

-realizarea de sondaje de opinie pentru a determina barierele în calea reciclării, care să fie incluse în procesul de monitorizare.

### **6.3 Identificarea barierelor din calea reciclării**

Barierile din calea reciclării au fost analizate într-un studiu efectuat în anul 2008 în Marea Britanie [88]. Autorii studiului au identificat patru tipuri diferite de bariere, care după o reverificare într-un studiu din anul 2014 [89] s-au dovedit a rămâne valabile:



1. barierele situaționale, incluzând containere inadecvate, lipsa de spațiu, colectarea nestatornică și lipsa accesului la locurile de colectare;
2. barierele comportamentale, incluzând dezorganizarea gospodăriei, mult prea ocupate cu alte activități, lipsa unei rutine stabilite în gospodărie și omiterea sortării deșeurilor sau scoaterea lor pentru a fi ridicate de către societățile de salubritate;
3. barierele unor cunoașteri, reflectate de necunoașterea exactă a apartenenței deșeurilor la diferitele containere sau neînțelegerea mecanismelor de bază ale funcționării schemei de reciclare;
4. barierele de atitudine legate de neîncrederea în faptul că reciclarea aduce beneficii mediului, considerarea ca fiind o datorie a autorităților locale și nu a populației respectiv lipsa unor recompense personale sau lipsa recunoașterii eforturilor depuse.

## 6.4 Modele comportamentale

Modelul comportamental dezvoltat în studiul din Marea Britanie [88] a fost aplicat și în Australia [90], fiind calibrat și adaptat la condițiile locale, pentru zona metropolitană Melbourne. Rezultatele obținute au fost similare. În funcție de nivelul de angajare al populației a fost întocmit Tabelul 6.1, în care sunt evidențiate caracteristicile reciclării de la diferite grupuri specifice de populație.

**Tabelul 6.1 Caracteristicile reciclării în funcție de tipul grupului de la populație**

Sursa: prelucrare după [90]

Grup	Caracteristica 1	Caracteristica 2	Caracteristica 3
Reciclator foarte angajat	Reciclarea este foarte importantă	Reciclează chiar dacă acest lucru solicită eforturi suplimentare	Gospodăria reciclează tot ceea ce se poate recicla
Reciclator angajat	Reciclarea este importantă	Reciclează chiar dacă acest lucru solicită eforturi suplimentare	Gospodăria reciclează, dar nu tot ceea ce se poate recicla
Reciclator neangajat	Reciclarea nu este importantă, nu reciclează dacă acest lucru solicită eforturi sporite		Gospodăria reciclează câte ceva din ceea ce se poate recicla
Nereciclator	Reciclarea nu este importantă	Nu reciclează deloc	

Din sondajul de opinie realizat în Melbourne a rezultat că aproape jumătate din populația implicată în această acțiune și-ar dori să primească notificări de la

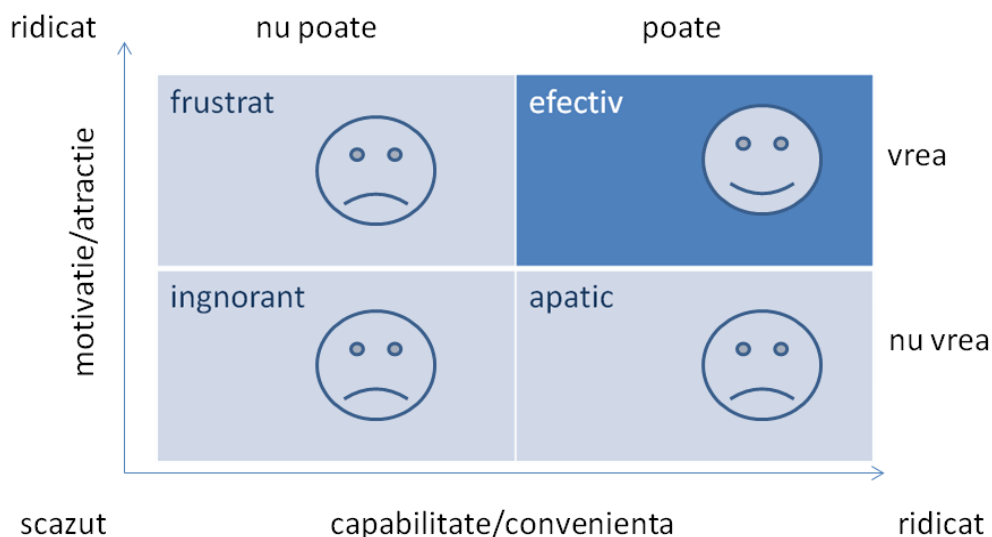
autoritățile locale pentru a putea ști dacă procedează incorect, și să li se spună ce anume fac greșit. Mai mult de o treime din respondenți au declarat că ar recicla mai bine dacă ar fi avertizați că nu li se ridică deșeurile în cazul în care nu efectuează reciclarea în mod corespunzător. O treime din respondenți ar fi încurajați să recycleze mai bine dacă s-ar simți mai apreciați pentru eforturile pe care le depun sau dacă ar primi vreun tip de recompensă din partea autorităților locale.

Schultz, Oskamp și Mainieri [91] au studiat efectele pe care variabile personale și variabilele situaționale influențabile îl au asupra comportamentului de reciclare. Variabilele personale sunt legate de personalitate, demografice și atitudini de interes privind mediul. Variabile situaționale influențabile sunt legate de înștiințările de reciclare, angajamentul public, influența normativelor, stabilirea obiectivelor, eliminarea barierelor, oferirea recompenselor și a feedback-ului. Rezultatele lor indică faptul că veniturile ridicate sunt un factor mobilizator de reciclare, în timp ce sexul sau vârsta nu, iar preocuparea generală de mediu pare a fi legată de procesul de reciclare numai atunci când reciclarea necesită un grad ridicat de efort. S-a constatat însă că toate variabilele situaționale revizuite produc creșteri cu efecte semnificative în comportamentul și atitudinea de reciclare.

## **6.5 Instrumentele care influențează schimbarea de comportament**

Timlett și Williams [92] prezintă rezultatele unui studiu efectuat în Marea Britanie pentru a evalua eficacitatea a trei instrumente de influențare a schimbării de comportament. Ei au analizat comunicarea ambulantă din ușă în ușă, stimulentele personalizate și feedback-ul. Rezultatele comunicării ambulante s-au dovedit ne semnificative iar costurile au fost ridicate. Stimulentele și feedback-ul s-au dovedit a fi metode foarte eficiente, cu rezultate pozitive semnificative asupra nivelului de sortare. Cel mai ieftin instrument a fost feedback-ul. Astfel s-a demonstrat că schimbarea de comportament poate fi realizată cel mai eficient prin folosirea unor metode simple și ieftine de abordare a populației la punctele de colectare, sau prin abordarea de către echipele de salubritate atunci când colectează deșeurilor.

În ceea ce privește folosirea stimulentele, trebuie analizat faptul dacă nu cumva această măsură trebuie să fie precedată de extinderea infrastructurii, de exemplu prin introducerea colectării selective a mai multor tipuri de materiale reciclabile. Stimulentele trebuie considerate ca fiind un mijloc de maximizare a eficienței reciclării în condițiile în care populația dispune de o infrastructură și de servicii adecvate (Figura 6.1).



**Figura 6.1 Motivația și conveniența**

Sursa: prelucrare după [93]

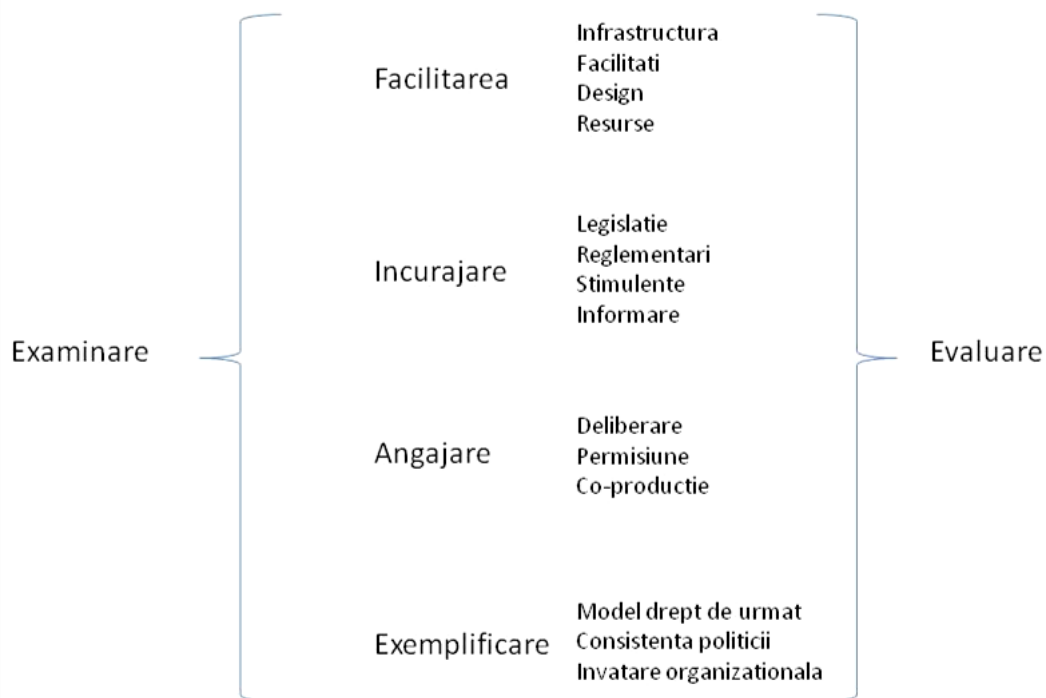
Populației, îi sunt de cele mai multe ori cunoscute motivele pentru care se reciclează deșeurile, iar mesajele de conștientizare trebuie să se extindă și asupra explicării modalităților de reciclare. Thomas [94] a demonstrat faptul că există o corelație pozitivă între cât de bine sunt cunoscute de către populație cerințele pe care le impun diferitele scheme de reciclare și nivelurile performanțelor de separare.

Referitor la corelația dintre nivelul de cunoaștere, de informare și performanțele reciclării, sondajul de opinie efectuat la Melbourne [90] au pus în evidență că, mai mult de două treimi din respondenți ar recicla mai bine dacă ar ști cum ajută reciclarea la reducerea depozitării deșeurilor. Mai mult de jumătate din persoanele intervievate ar fi încurajate să recicleze mai bine dacă ar ști ce se întâmplă cu materialele reciclabile după ce acestea sunt colectate, sau cum ajută reciclarea la combaterea schimbărilor climatice. Aproape două treimi au declarat că i-ar motiva cunoașterea modului prin care reciclarea conduce la economisirea de energie și de resurse.

Timlett și Williams [95] au dezvoltat un model denumit ISB ("Infrastructure, Service, Behavior" însemnând "Infrastructură, Servicii, Comportament"). Modelul poate fi folosit de către specialiștii din domeniul gestionării deșeurilor pentru a înțelege mai bine situația și contextul comportamentului atunci când planifică intervenții pentru maximizarea reciclării. Scopul său este de a ajuta specialiștii să stabilească o serie de factori de influență pentru a putea identifica soluțiile adecvate. Specialiștii trebuie să analizeze infrastructura din aria de lucru, aici fiind incluse zonele de locuințe, tipul locuințelor, compoziția deșeurilor, și facilitățile de debarasare, evaluând probabilitatea de reciclare în condițiile date. Trebuie să analizeze apoi serviciile care sunt puse la dispoziția fiecărui tip de locuință și conveniența acestora, evaluând probabilitatea de reciclare asociată cu serviciile respective. De asemenea trebuie să se analizeze comportamentul rezidenților din

zona de interes, să fie înțeleși locuitorii și comunitatea, astfel încât să se poată lua măsuri adecvate de intervenție. Modelul este recomandat și factorilor de decizie politică pentru înțelegerea mai bună a contextului și a limitărilor.

Structura dezvoltată de DEFRA în anul 2011 și sintetizată în Figura 6.2, evidențiază printr-o privire de ansamblu aspectele legate de prevenirea deșeurilor și a motivelor pentru care populația acționează într-un fel sau altul. Accentul este pus pe înțelegerea comportamentelor în contextul modului de viață, pornind de la înțelegerea felului în care trăiesc oamenii [96].



**Figura 6.2 Structura de analiză a comportamentului populației**

Sursa: Contribuție autor după [93]

În cadrul "facilitării" se oferă populației infrastructura și sprijinul de care au nevoie.

În cadrul "încurajării" se dau semnalele corecte de înțelegere a beneficiilor schimbării, se furnizează feedback.

În cadrul "angajării" se realizează implicarea timpurie a oamenilor astfel încât să înțeleagă ce au de făcut și sprijinirea lor în a dezvolta simțul de responsabilitate personală.

În cadrul exemplificării autoritățile publice trebuie să constituie un exemplu demn de urmat.

Potrivit unui sondaj de opinie realizat la cererea Eco-Rom Ambalaje [97], în România 89% din persoanele intervievate au auzit și știu ce înseamnă colectarea selectivă a deșeurilor, iar 60% declară că în gospodăriile lor se face o selectare a deșeurilor înainte de aruncarea la pubeză.

Recomandările generale se pot formula astfel:

1. Concentrarea conștientizării generale asupra mesajului că problemele de mediu se răsfrâng nu doar asupra mediului, ci și asupra populației;
2. Evidențierea unor beneficii apropiate, vizibile deoarece sensibilitatea este mult mai mare la problemele locale de mediu, decât la cele din zone îndepărtate;
3. Analizarea și înțelegerea motivațiilor diferitelor grupuri de oameni, pentru a putea concepe campanii concentrate la nivelul grupurilor respective.

Cu cât populația cunoaște și înțelege mai multe aspecte despre reciclare, cu atât devine mai atentă la nevoia și oportunitățile de minimizare a deșeurilor, începând să-și schimbe comportamentul [98].

La fel ca și în cazul comportamentului de reciclare, comportamentul de minimizare a deșeurilor întâmpină diferite bariere. În cadrul unui studiu efectuat în Noua Zeelandă [99], lipsa informațiilor și a cunoștințelor și inconveniența sunt identificate ca fiind unele dintre cele mai semnificative bariere, în acest sens fiind edificator exemplul ambalajelor de plastic. După ce au fost informate cum se pot reduce cantitățile de ambalaje în cadrul unui proiect pilot, câteva din gospodăriile participante au început să își aducă propriile doze și sacoșe la cumpărături. Au raportat apoi, că receptivitatea vânzătorilor la această practică neobișnuită s-a situat la niveluri diferite. Atât timp cât, de cele mai multe ori, oferta de produse vrac este extrem de limitată, practica de utilizare a unor ambalaje proprii de către consumatori este greu de pus în aplicare. Produsele vrac sunt cel mai adesea oferite de către magazinele mici, în vreme ce în supermarketuri este preponderent practică comercializarea produselor preambalate. Din acest motiv, încercarea de a face cumpărăturile doar de la magazine care vând produse vrac, pentru a putea minimiza deșeurile de ambalaje a condus la creșterea timpului și a eforturilor dedicate cumpărăturilor și prin urmare a inconvenienței, reprezentând o barieră semnificativă de comportament. Ceea ce se poate concluziona din acest studiu este că informarea nu trebuie să se concentreze și să se limiteze doar la categoria consumatorilor, ci trebuie să fie extinsă și la grupele de producători, respectiv comercianți.

Populația reacționează pozitiv și la presiunea socială. „Vizibilitatea” reciclării, respectiv conștientizarea faptului că și alții recyclează are un efect pozitiv asupra comportamentului de reciclare, putând să-l impună ca fiind o normă care trebuie să fie respectată.

## **7 METODOLOGIA DE LUCRU**

### **7.1 Metodologia culegerii datelor privind generarea de deșeuri - studiu Timișoara**

În anul 2008 în România nu exista o caracterizare cu nivel ridicat de încredere pentru compoziția deșeurilor. În acel an a fost inițiată o cooperare între ministerele de mediu al României și al statului federal Baden-Württemberg care presupunea sprijin financiar și tehnic din partea partenerilor germani pentru desfășurare de campanii de sortare a deșeurilor în câteva localități din România, considerate a fi reprezentative. La momentul încheierii acordului s-a convenit ca analizele să se realizeze în orașele Timișoara și Vaslui [100].

Suportul tehnic a fost asigurat din partea partenerilor germani de către Universitatea Stuttgart, prin intermediul Catedrei de Gestionare a Deșeurilor, condusă de prof. dr. ing. Martin Kranert. Partea română a asigurat suportul tehnic prin Facultatea de Hidrotehnică a Universității Politehnica Timișoara, sub conducerea prof. dr. ing. Ion Mirel.

Autoarea prezentei teze de doctorat a făcut parte, alături de ing. Oliver Schiere, din echipa Universității Stuttgart. În echipa operativă au colaborat din partea Universității Politehnica Timișoara dr. ing. Cristian Stăniloiu și ing. Irina Olaru.

Campaniile de sortare nu puteau fi desfășurate fără un suport logistic din partea societăților comerciale care asigurau serviciile de salubritate în cele două orașe. În timpul analizelor preliminare, realizate la fața locului, orașul Vaslui nu a putut oferi sprijinul necesar acestui proiect, astfel încât în final campaniile de sortare au fost efectuate doar la Timișoara, cu sprijinul societății RETIM Ecologic Service.

#### **7.1.1 DOCUMENTAREA PRELIMINARĂ**

La momentul documentării în vederea organizării operațiunilor de sortare, conform declarațiilor RETIM, cca. 2/3 din cetățenii orașului erau deja conectați la noul sistem. În cadrul sistemului cu două pubele au fost puse la dispoziția cetățenilor câte un tomberon pentru resturi menajere și câte un tomberon (sau sac), pentru materialele reciclabile. În zonele periferice erau utilizate și containere de deșeuri nestandardizate improvizate, redate în Figura 7.1.



**Figura 7.1 Recipiente nestandardizate**

Sursa:[73]

Ciclul de colectare era de două ori pe săptămână, pentru fiecare dintre cele două tipuri de pubele, în mod independent unele de celelalte.

Deșeurile vegetale din parcurile și spațiile verzi ale domeniului public erau colectate cu ajutorul unui tractor cu remorcă, redat în Figura 7.2.



**Figura 7.2 Colectarea deșeurilor vegetale din parcuri**

Sursa: [73]

O parte din materialele reciclabile valorificabile (precum metalul) erau colectate informal pentru a fi vândute la centrele de colectare. Un astfel de colector informal este redat în Figura 7.3.



**Figura 7.3 Colectarea informală a metalului**

Sursa: [73]

Deșeurile colectate erau transportate și depozitate la depozitul de la Parța Șag, lipsit de straturi de sigilare și de sisteme de colectare a gazelor și a levigatului provenit din depozit (Figura 7.4).



**Figura 7.4 Depozitul neconform de la Timișoara**

Sursa: [73]

Deși RETIM punea în anul 2008 la dispoziție containere pentru colectarea deșeurilor din construcții, acestea erau adesea debarasate în locuri neautorizate (Figura 7.5).





**Figura 7.5 Deșeuri din construcții**

Sursa: [73]

#### 7.1.2 INFLUENȚA ANOTIMPULUI

Așa cum s-a arătat în capitolul 3.2, se recomandă ca investigațiile să se facă în fiecare din cele patru anotimpuri ale anului. La Timișoara, datorită bugetului limitat nu s-au putut efectua decât două analize de sortare. Acestea au fost organizate vara, în luna iunie și toamna, în luna septembrie, evitându-se astfel perioadele de vacanțe. În anexa A6 sunt evidențiate rezultatele pentru fracțiunea degradabilă, în A7 rezultatele pentru fracțiunea materialelor plastice și în A8 rezultatele pentru fracțiunea hârtie.

#### 7.1.3 METODOLOGIA SORTĂRII

Datorită varietății compoziției și cantităților mari de deșeuri a fost imposibilă realizarea unui bilanț complet. Din acest motiv s-au practicat doar studii parțiale, pe probe alese în mod aleator. Suprafața supusă colectării probelor este un univers deosebit de complex și neomogen, care nu poate fi caracterizat din punct de vedere calitativ la un nivel rezonabil de încredere, motiv pentru care s-a optat pentru o împărțire a populației în subseturi.

Aceste subseturi sunt, la rândul lor, divizate în straturi ce sunt caracterizate de anumite trăsături specifice. Cu cât trăsăturile specifice sunt mai reprezentative, cu atât este mai apropiată distribuția lor, ceea ce poate conduce la diminuarea complexității subseturilor. Subseturile devin omogene și reprezentativitatea lor statistică crește și nivelul de încredere al extrapolării populației.

Analizele de sortare au fost efectuate, în momentul în care la Timișoara se introducea sistemul de colectare selectivă a deșeurilor cu o pubele uscată pentru materialele reciclabile și cu o pubele umedă pentru materialele reziduale. În afară de

analizarea compoziției pubelei unice (cu deșeuri mixte) a mai fost analizat și conținutul pubelei umede din noul sistem, proaspăt introdus. Colectarea probelor s-a efectuat cu ajutorul unui autovehicul (Figura 7.6), care a fost pus la dispoziția echipei de sortare de către RETIM, împreună cu personalul aferent.



**Figura 7.6 Autogunoiera de colectare**

Sursa: [73]

Din păcate, în cazul Timișoarei, au lipsit datele de bilanț prin care se putea face legătura între numărul populație și zonele rezidențiale, privind procentajul de locuințe multi-familiale, blocurile de locuințe, structura gospodăriilor etc., dar caracteristicile stratificării sunt reflectate în tiparele socio-geografice ale zonelor rezidențiale. Astfel, s-au putut identifica patru structuri rezidențiale relevante cu următoarele trăsături socio-geografice ipotetice:

- Zona centrală, care este compusă din locuințe multi-familiale, fără grădini, populația având venituri medii spre mari, iar gospodăriile sunt alcătuite din cca. 2 – 4 persoane (Figura 7.7);



**Figura 7.7 Exemplificări din zona centrală**

Sursa: [73]

- Zona cu blocuri de locuințe, predominant lipsite de grădini, cu venituri medii și gospodării alcătuite din mai multe persoane (Figura 7.8);



**Figura 7.8 Exemplificări din zona cu blocuri de locuințe**

Sursa: [73]

- Zona de periferie, care este alcătuită din case private, cu grădini de legume, iar populația are venituri medii spre mici și gospodăriile sunt compuse din mai multe persoane (Figura 7.9).



**Figura 7.9 Exemplificări din zona periferică**

Sursa: [73]

- Zona nou construită, care este alcătuită din case private, cu grădini ornamentale, iar populația este compusă din familii tinere din 2 - 4 persoane, cu venituri mari (Figura 7.10)



**Figura 7.10 Exemplificări din zona nou construită**

Sursa: [73]

Fiecare din categoriile mai sus menționate are atribute specifice, legate de prezența și procentajul grădinilor și al spațiilor verzi respectiv cu atribute demografice legate de structura de vârstă a populației sau de mărimea gospodăriilor. Aceste atribute au influențat direct compoziția deșeurilor (Capitolul 3.2.1, Figura 3.2). Existența unei grădini, spre exemplu, determină prezența deșeurilor verzi, iar în gospodăriile alcătuite dintr-o singură persoană se înregistrează un consum mai ridicat de produse de tip fast food și prin urmare o cantitate mai mare de ambalaje.

Deși investigațiile nu au permis determinarea cantităților specifice de deșeuri generate (cantitatea de deșeuri/loc\*an), au fost oferite informații valoroase privind compoziția procentuală a deșeurilor.

Zonele din care au fost prelevate probele au fost stabilite de către echipa de la Universitatea Stuttgart, în comun acord cu echipa de la Universitatea Politehnica Timișoara și RETIM. La stabilirea acestor zone au fost luate în considerare cele patru tipuri de structuri urbane. Pentru fiecare din aceste structuri s-a putut stabili câte o zonă, în care era încă valabil sistemul cu o pubeză, și o altă zonă, în care se implementase deja sistemul cu două pubeze. Prelevarea probelor s-a efectuat dimineața devreme, pe traseul pe care urma în ziua respectivă să se efectueze colectarea regulată. Echipele, celor două universități, au însoțit autovehiculul la colectare, pentru a se asigura că nu există deșeuri comerciale sau cantități însemnate de materiale debarasate greșit (precum moloz din construcții) care ar fi putut vicia rezultatele cercetărilor. A fost întocmit un protocol de colectare, în care s-au consemnat: numărul containerelor golite, volumul lor și gradul de umplere. Estimarea volumului s-a făcut cu o precizie de 10%.

În urma unei inspecții vizuale s-a concluzionat că nu există nicio diferență între gradul de umplere al pubezelor de 120 și 240 l, astfel că dimensiunea containerelor nu a fost luată în considerare la realizarea extrapolării. Cu toate acestea, dimensiunile au fost înregistrate pentru fiecare container, pentru a servi la calcularea gradului de umplere și a greutateilor specifice.

Cantitatea totală de deșeuri supuse analizei a fost de cca. 6750 kg. Analizele s-au efectuat manual, utilizându-se o masă de sortare cu găuri de 40 mm (Figura 7.11) pusă la dispoziție de Societatea RETIM.

Pentru că la prima campanie de sortare echipa a fost alcătuită din 6 persoane, s-a putut realiza cernerea deșeurilor prin ciururi de 40 mm și 8 mm. La cea de-a doua campanie datorită faptului că echipa s-a redus la jumătate, a trebuit să se renunțe la cernerea fracțiunilor fine.



**Figura 7.11 Masa de sortare**

Sursa: [73]

În fiecare din cele două campanii, sortarea a durat câte o săptămână. Vremea favorabilă a permis desfășurarea analizei în aer liber. În jurul mesei de sortare au fost aliniate pubelele, în care au fost separate fracțiunile analizate. Deșeurile au fost separate în 25 fracțiuni (Tabelul 8.1).

O parte din personalul de cercetare cât și spațiul în care s-a efectuat sortarea au fost puse la dispoziție de către Facultatea Departamentul de Hidrotehnică de la Universitatea Politehnică Timișoara. Personalul care a efectuat sortarea a fost alcătuit din studenți și o parte din personalul auxiliar de la RETIM. Înainte de demararea sortării, echipa de cercetare a fost instruită în ceea ce privește regulile de igienă și de protecția muncii. Li s-a atras în mod deosebit și repetat atenția, asupra pericolului prezenței obiectelor ascuțite (seringi, lame, cuțite, cioburi), iar pentru eventualele cazuri de necesitate a fost asigurată o trusă medicală și s-a întocmit o listă cu numerele de urgență de la unitățile de prim ajutor. Membrii echipei au fost dotați cu mănuși și măști pentru protecția respiratorie (Figura 7.12). De asemenea, li s-au pus la dispoziție mijloace de dezinfectare (săpun și dezinfectant).



**Figura 7.12** Imagine din timpul sortării

Sursa: [73]

Lipsa unor date din campanii suplimentare de sortare au făcut inutilă calcularea coeficienților de variație. Pentru o ilustrare demnă de încredere a intervalelor de variație pentru fiecare fracțiune ar fi fost necesare încă 2 campanii de sortare de-a lungul aceluiași an de cercetare.

## **7.2 Metodologia evaluării ciclului de viață LCA**

Evaluare s-a efectuat în conformitate cu LCA, în concordanță cu ISO 14040, cu toate că nu se efectuează o "revizuire critică" și nici o analiză completă a tuturor categoriilor de impact. Analiza s-a efectuat cu ajutorul instrumentului software GaBi.

LCA este un instrument de management de mediu care facilitează identificarea și compararea impactului potențial asupra mediului de-a lungul întregului ciclu de viață al bunurilor, serviciilor și proceselor. LCA cuprinde emisiile și consumul de resurse "cradle to grave" (de la producere până la eliminare) ale unui produs. Aceasta înseamnă că s-a analizat și cuantificat impactul asupra mediului de-a lungul tuturor stadiilor de viață ale produsului, pornind de la extragerea materiilor prime, producția și utilizarea, încheiat cu debarasarea, pentru a evalua efectul lor asupra oamenilor și mediului. Această abordare multi-dimensională permite recunoașterea transferării problemelor de mediu de la o fază la alta și face posibilă evitarea unor situații dăunătoare mediului înconjurător, prin aplicarea unor măsuri corespunzătoare.

În conformitate cu ISO 14044 [101], evaluarea impactului ciclului de viață (LCIA) a avut loc prin intermediul a două etape obligatorii și a două etape opționale.

Etapele obligatorii:

- Selectarea categoriilor de impact și clasificarea – sunt definite categoriile de impact asupra mediului, relevante pentru studiu, prin direcția și indicatorul lor de impact. Fluxurile elementare de inventar au fost atribuite categoriilor de impact, în funcție de capacitatea substanțelor de a contribui la diferite probleme de mediu.
- Caracterizarea a fost etapa în care impactul fiecărei emisii a fost modelat cantitativ conform mecanismului de bază al mediului. Impactul a fost exprimat ca un scor de valori, într-o unitate comună tuturor componentelor, din categoria de impact (de exemplu kg CO<sub>2</sub> -echivalent pentru gazele cu efect de seră, care contribuie la categoria de impact „schimbări climatice”) prin aplicarea factorilor de caracterizare. Un factor de caracterizare este un factor specific de substanță, calculat cu un model de caracterizare pentru a exprima impactul din fluxul elementar în ceea ce privește unitatea comună a indicatorului de categorie.

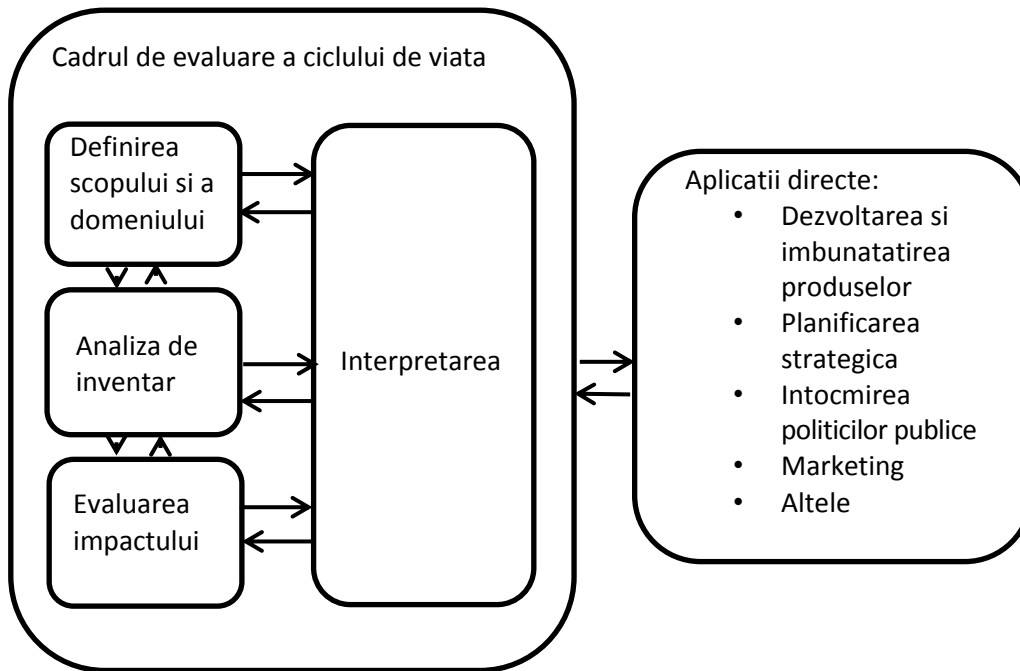
Etapele opționale:

- Normalizarea - în cazul în care diferitele scoruri de impact caracterizate sunt legate de o referință comună, cum ar fi de exemplu, efectele cauzate de o persoană pe parcursul unui an, în scopul de a facilita comparațiile între diferitele categorii de impact.
- Ponderarea - în cazul în care un clasament și / sau o concentrare se face din diferite categorii de impact asupra mediului, care reflectă importanța relativă a impactului considerat în studiu. Concentrarea poate fi necesară atunci când apar situații de compromis în analizele ciclului de viață, folosite pentru comparații. [22]

Ideea de LCA a început să fie practică la sfârșitul anilor '60 și de atunci a fost dezvoltată continuu. Între timp, abordarea LCA a fost standardizată de către Organizația Internațională de Standardizare (ISO) și Comitetul European de Standardizare (CEN). Standardele internaționale din seria ISO 14000 sunt larg acceptate drept cadru general pentru evaluarea ciclului de viață. ISO 14040 a intrat în vigoare în anul 1997 și specifică principiile și cerințele generale pentru elaborarea LCA. ISO 14041, apărut în anul 1998, se ocupă cu definirea scopului, cadrul investigației și implementarea analizei inventarului ciclului de viață. ISO 14042 și

ISO 14043 apărute în anul 2000 se ocupă cu evaluarea impactului, respectiv interpretarea evaluării ciclului de viață. Aceste documente nu oferă nici îndrumări metodologice detaliate și nici instrumente pentru a pune practic în aplicare LCA.

În Figura 7.13 se arată structura LCA în diversele sale faze și abordările iterative.



**Figura 7.13 Fazele LCA din ISO 14040**

Sursa: [102]

### 7.2.1 SCOPUL ȘI DOMENIUL DE APLICARE A LCA

Definirea scopului și a cadrului analitic se face încă de la începutul aplicării LCA. Scopul clarifică motivele inițiale, aplicațiile și audiențele urmărite. Principalele aplicații susținute de LCA necesită, de obicei, o declarație comparativă. Se compară astfel fie două produse diferite cu funcționalitate echivalentă, fie procese din ciclul de viață al unui produs. Prin definirea domeniului de aplicare se specifică obiectul LCA și se indică metodologia ce trebuie urmată în fazele următoare. Scopul trebuie să fie clar și transparent definit, pentru a face rezultatele comprehensibile și interpretabile. Definirea cadrului de analiză include o descriere completă a adâncimii și lărgimii studiului, cu abordarea următoarelor aspecte [102]:

- sistemul produsului ce urmează să fie investigat;
- funcțiunea sistemului produsului, sau în cazul studiilor comparative a sistemelor produselor;
- unitatea funcțională;



- granițele sistemului;
- procesul de alocare;
- categoriile de impact și metoda evaluării impactului;
- cererea de date;
- asumptii;
- constrângeri;
- cererea cu privire la calitatea datelor;
- tipul examinării critice;
- natura și schema raportului planificat pentru studiu.

În cadrul domeniului de aplicare este definită atât adâncimea studiului cât și obiectivele a căror îndeplinire depinde de limitările actuale.

### 7.2.2 ANALIZA DE INVENTAR

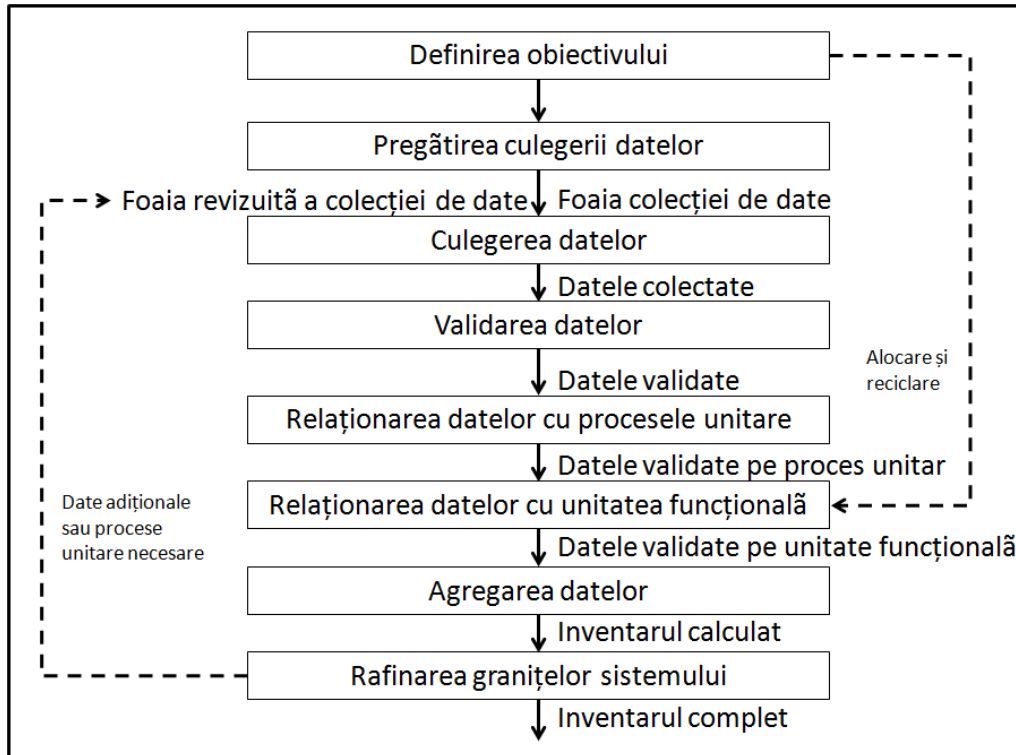
Analiza de inventar identifică și cuantifică extracțiile de resurse, consumurile și emisiile în mediu, legate de procesele care fac parte din ciclul de viață al produsului examinat. Aceste intrări și ieșiri în mediu sunt exprimate sub formă de cantități pe unitatea funcțională și nu conțin nicio specificație a caracteristicilor temporare sau a celor spațiale.

### 7.2.3 FUNCȚIA ȘI UNITATEA FUNCȚIONALĂ

Pentru LCA este necesar să se stabilească o unitate funcțională adecvată, care să reflecte funcția investigată a sistemului. Unitatea funcțională determină cuantificarea sistemului produsului și reprezintă referința la care se raportează toate fluxurile de intrare sau ieșire. Unitatea funcțională este considerată ca unitate de comparație și face posibilă compararea rezultatelor LCA [102][103].

### 7.2.4 GRANIȚELE SISTEMULUI

Delimitarea granițelor sistemului determină cadrul LCA și formează interfața între sistemul produsului care este analizat și mediul sau celelalte sisteme. În granițele sistemului (Figura 7.14) sunt considerate toate procesele (ex. extracția de materii prime, fabricarea de produse intermediare, reciclarea sau debarasarea) de-a lungul ciclului de viață, care sunt strâns legate de produsul analizat. Ciclul de viață este divizat în module, care reflectă sistemul fizic al produsului. Sistemul produsului trebuie astfel modelat încât intrările și ieșirile din granițele sistemului să fie fluxuri elementare. Un flux elementar este un material sau o energie care sunt preluate din mediu fără a fi înainte prelucrate prin activități umane sau sunt eliberate în mediu fără a fi tratate [102][101].



**Figura 7.14 Inventarul ciclului de viață**

Sursa: [101]

La început sunt definite toate modulele, legate prin fluxuri de materiale și energie, aflate în cadrul analizei. Se face distincție între fluxurile ce conectează module din interiorul sistemului și fluxurile care depășesc granițele sistemului. În pasul următor sunt adăugate toate fluxurile care conectează module cu exteriorul, fie ca intrări (ex. consumul de resurse), fie ca ieșiri (ex. emisiile în aer) [101] [102].

Condiția preliminară pentru un inventar al ciclului de viață este legată de disponibilitatea unui inventar complet al proceselor individuale.

### 7.2.5 EVALUAREA IMPACTULUI DE MEDIU

În această etapă sunt identificate toate impacturile potențiale de mediu rezultând din ciclul de viață al fluxurilor de materiale și de energie.

Evaluarea impactului are ca scop estimarea efectelor potențiale asupra mediului folosind rezultatele din cadrul inventarului ciclului de viață. Faza evaluării impactului este împărțită în pașii următori:

Elemente obligatorii:

- alegerea categoriilor de impact, a indicatorilor și caracterizarea modelelor;
- clasificarea, atribuirea de parametri individuali categoriilor de impact (ex. CO<sub>2</sub> este atribuit încălzirii globale, epuizării stratului de ozon, formării de fotooxidanți, acidificării și eutrofizării);
- caracterizarea, conversia rezultatelor inventarului ciclului de viață în unități comune din cadrul fiecărei categorii de impact, astfel încât efectele să poată fi agregate în rezultatele indicatorilor pe diferite categorii.

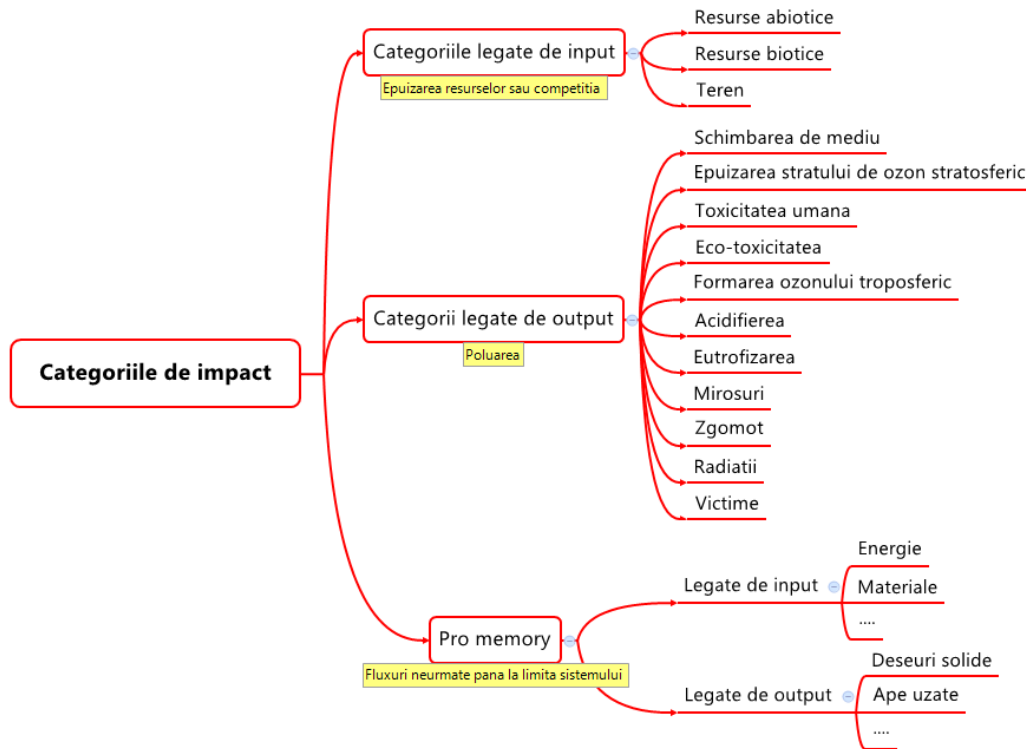
Elementele opționale:

- normalizarea – amplexarea rezultatelor indicatorilor pe categorii este calculată în raport cu informația de referință;
- ponderarea – rezultatele indicatorilor provenind din diferite categorii de impact sunt convertite într-o unitate comună;
- gruparea – categoriile de impact sunt atribuite unuia sau mai multor grupuri, împărțite după relevanța geografică, priorități etc.

#### 7.2.6 CATEGORIILE DE IMPACT

Potrivit ISO EN 14042 [103], un indicator de categorie este identificat drept o reprezentare cuantificabilă a unei categorii de impact, fiind obiectul modelării caracteristice. Indicatorul de categorie poate fi definit pentru orice nivel al lanțului de cauzalitate, sau al lanțului mecanismului de mediu din cadrul unei categorii de impact, care determină o intervenție de mediu ce are impact asupra obiectivelor finale.

O listă a categoriilor de impact în LCA este oferită de De Haes [104] în Figura 7.15.



**Figura 7.15 Categoriile impactului**

Sursa: Contribuție autor pe baza [104]

Așa cum s-a menționat anterior, clasificarea este cel de-al doilea element obligatoriu al etapei de evaluare a impactului de mediu care constă din atribuirea datelor din analiza de inventar categoriilor relevante de impact. O emisie poate fi inclusă în mai multe categorii de impact, cum ar fi o emisie de  $\text{NO}_x$ , care poate contribui atât la acidifiere cât și la eutrofizare.

Această caracterizare cuantifică contribuția unei intervenții la categoriile de impact relevante. Indicatorul de categorie este reprezentarea cuantificabilă a unei categorii de impact. Factorii de caracterizare – cum ar fi, de exemplu, potențialul de încălzire globală pentru schimbarea climatică – sunt folosiți pentru a converti intrările și ieșirile de mediu, alocate unor categorii de impact date, în contribuția lor la acea categorie de mediu, la nivelul categoriei de impact. Caracterizare rezultă în contribuția la un număr de categorii de impact, deci indică profilul de mediu al unui produs.

## 8 PROCESUL DE MODELARE PENTRU STUDIUL DE CAZ TIMIȘOARA

### 8.1 Date de bază

Procesul de modelare a sistemelor de gestionare a deșeurilor pentru studiul de caz Timișoara a întâmpinat problema indisponibilității datelor despre cantitățile specifice de deșuri generate. În momentul redactării tezei nu au existat studii de specialitate care să determine astfel de valori, singurele date disponibile fiind cele publicate de primăria municipiului Timișoara [105]. În completarea acestora se folosesc datele culese în cadrul analizei deșeurilor desfășurată în anul 2008, descrisă în Capitolul 7.1, care au făcut posibilă caracterizarea compoziției procentuale a deșeurilor (Tabelul 8.1), acestea fiind folosite ca bază de calcul pentru procesul de modelare.

**Tabelul 8.1 Compoziția procentuală a deșeurilor**

Sursa:

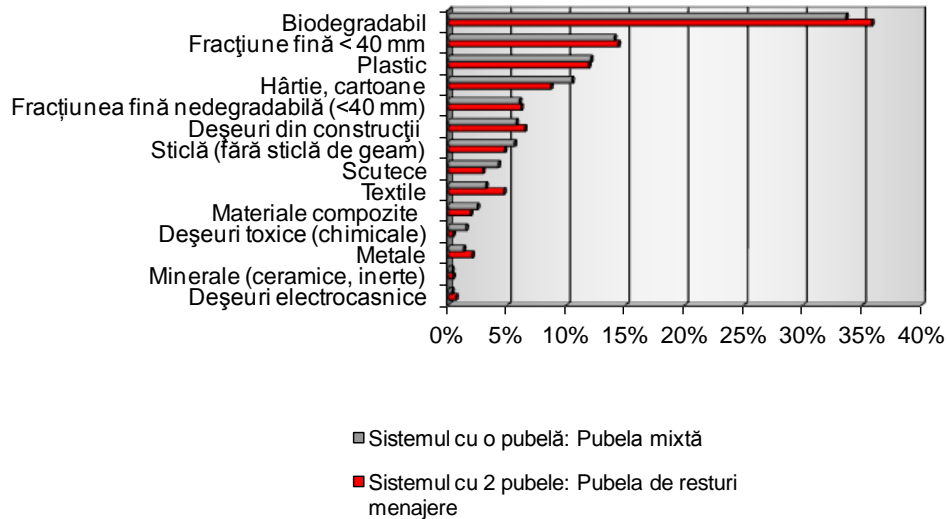
[73]

	Sistemul cu două pubele	Sistemul cu o pubeală
Deșuri fine (< 40 mm)	21,0%	20,0%
Deșuri organice fine (< 40 mm)	14,0%	14,0%
Deșuri nedegradabile fine (< 40 mm)	6,0%	6,0%
Organice	36,0%	34,0%
Resturi organice de bucătărie	31,0%	31,0%
Deșuri organice de grădină (fără lemn)	2,0%	2,0%
Lemn (netratat)	0,50%	0,4%
Hârtie și carton	8,0%	9,0%
Hârtie (calitate bună)	2,0%	2,0%
Hârtie (calitate medie și slabă)	4,0%	5,0%
Carton	3,0%	4,0%
Plastic	12,0%	12,0%
Folie	5,0%	5,0%

Sticle PET	4,0%	4,0%
Ambalaje din plastic	3,0%	2,0%
Materiale plastice mixte	0,75%	0,7%
Polistiren expandat	0,22%	0,3%
Compozite	2,0%	2,0%
Ambalaje compozite	2,0%	2,0%
Produse compozite	0,52%	0,7%
Sticlă	5,0%	5,0%
Sticlă amestecată (fără geam)	5,0%	6,0%
Metale	2,0%	1,0%
Feroase	0,17%	0,1%
Cupru, aluminiu	1,0%	1,0%
Textile și pantofi	4,0%	3,0%
Deșeuri de șantier	7,0%	6,0%
Material inert (ex. ceramică)	0,49%	0,35%
Deșeuri electro-casnice	0,53%	0,27%
Deșeuri toxice	0,39%	2,0%
Baterii	0,13%	0,2%
Deșeuri medicale	0,19%	0,2%
Alte materiale toxice (chimicale)	1,0%	1,0%
Scutece	3,0%	4,0%
Total (inclusiv deșeuri fine )*	100,0%	100%

În Figura 8.1 sunt reprezentate grafic datele din tabelul Tabelul 8.1, în care se pot observa diferențele minimale în compoziția deșeurilor din pubela umedă (sistemul cu două pubele) și a celor din pubela mixtă (sistemul cu o singură pubelă). Din această reprezentare se desprinde concluzia că o cantitate importantă din materialele reciclabile se debarasează greșit, însemnând o pierdere semnificativă din punct de vedere cantitativ și calitativ. O cantitate însemnată de hârtie și carton nu este colectată în pubela uscată (destinată materiale reciclabile) și se umezește datorită

reziduurilor organice din pubela umedă. Aceste materiale pierd atât din calitate cât și din valoare.



**Figura 8.1** Comparație între pubela mixtă și pubela de resturi menajere

Sursa: [73]

Populația totală la care se raportează modelarea sistemelor de gestionare a deșeurilor este de 306.333 locuitori, din care 96% este racordată la serviciile de salubritate și evacuează o cantitate de 152.040 t/an deșeuri colectate în amestec, rezultând o cantitate specifică de 496,3 kg/loc/an și un indice de generare de 1,43 kg/loc/zi [sic] [105]. Valoarea indicelui de generare, recalculată pe baza datelor este de 1,35 kg/loc/zi.

În procesul de modelare, se consideră cele 25 de fracțiuni de deșeuri, generate de patru zone rezidențiale (Capitolul 7.1) care sunt recuperate sau eliminate prin diferite metode de gestionare a deșeurilor (reciclare, tratare mecano-biologică aerobă și anaerobă, incinerare, depozitare).

Distribuția procentuală a populației pe cele patru structuri urbane este redată în Tabelul 8.2.

**Tabelul 8.2** Distribuția procentuală a populației pe structuri urbane

Sursa: [73]

Structura urbană	%
Zona centrală	17 %
Zona cu blocuri de locuințe	46 %

Zona nou construită	21 %
Zona de periferie	17 %

## 8.2 Modele și scenarii

Prezenta teză folosește, în analiză, concepte care redirecționează deșeurile de la platformele de depozitare către diferite forme de valorificare, după cum urmează:

- tratarea termică a deșeurilor menajere în incineratoare, cu valorificare energetică;
- tratarea mecano-biologică cu depozitarea deșeurilor secundare, neutralizate în cadrul treapta biologice, cu producerea de resurse secundare din materialele reciclabile recuperate în treapta mecanică;
- efectele combinate ale pretratării mecanice cu tratarea termică în incinerator și valorificarea energetică într-o stație de coincinerare (stații de ciment);
- combinația dintre tratarea mecano-biologică cu depozitarea reziduurilor rezultate de la treapta biologică, tratarea termică în incinerator și valorificarea energetică în stația de coincinerare (stații de ciment) a reziduurilor cu putere calorifică ridicată.

Modelarea stațiilor de tratare s-a făcut pe baza datelor culese de la instalațiile considerate reprezentative pentru nivelul tehnologic actual (precum cele redată în Cap. 0), cu respectarea regulamentului strict de emisii aplicat în Germania.

Scenariile modelate au fost aplicate, spre exemplificarea pe studiul de caz Timișoara, ele fiind aplicabile și pentru alte localități din România sau din alte țări est-europene.

Scenariul 1 modelează un comportament de sortare mediu al populației, conținutul de impurități și rata de sortare fiind asumate la nivelul de 50%.

În Scenariul 2 se presupune o îmbunătățire a comportamentului de sortare al populației cu 20%, astfel încât conținutul de impurități se reduce la 30%, iar materialele reciclabile colectate selectiv ating o proporție de cca. 70%.

Pentru comparația rezultatelor a fost modelat și Scenariul 0, un scenariu în care populația nu sortează deloc deșeurile, acestea fiind colectate amestecat, deci fără o rată de sortare.

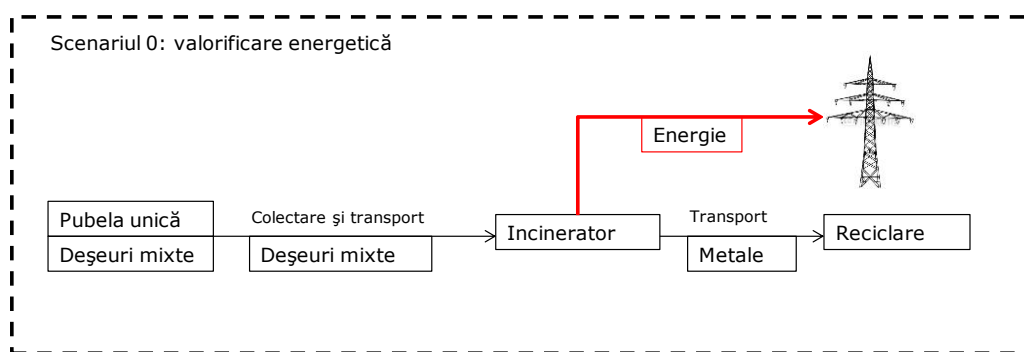
### 8.2.1 SCENARIUL 0

Scenariul 0 a fost modelat ținând cont de faptul că deșeurile sunt colectate amestecat, populația fiind scutită de efortul de a separa materialele reciclabile la sursă. Deșeurile sunt colectate într-o pubelă unică, împreună cu resturile menajere, rata de sortare fiind în acest caz egală cu zero. Pentru tratare sunt modelate două variante, una de recuperare energetică și cea de-a doua cu recuperare materială.



Scenariul 0 (pubela mixtă):	Rata sortare: 0%
Sistem de colectare:	o pubelă unică
Recuperare:	-energetică (tratate în incinerator) -materială (tratate aerobă în stație mecano-biologică)

În primul caz, cel de recuperare energetică, conținutul mixt al pubelei unice este colectat și tratat într-o stație de incinerare cu recuperarea energiei conținute de deșeurile (Figura 8.2, reprezentată mărit în Anexa 11). Metalele sunt sortate din cenușă cu ajutorul magneților, pentru a fi reciclate. În acest model se consideră că din acest punct se încheie ciclul de viață al deșeurilor, astfel încât nu este inclusă utilizarea în continuare a cenușii prin valorificarea în construcții. În cazul metalului însă este luată considerată, substituția de materie primă, care rezultă prin re folosire

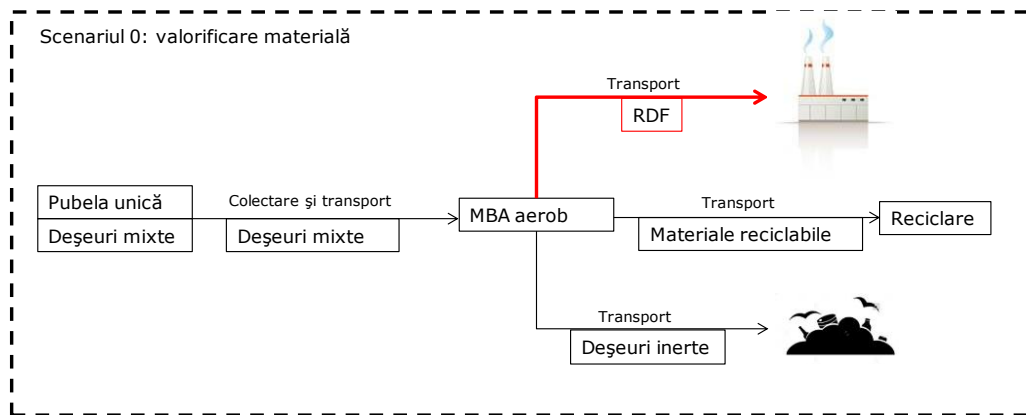


**Figura 8.2 Schema scenariului 0 cu valorificare energetică**

Sursa: Contribuția autoarei

Cu toate că această opțiune beneficiază de avantajele unor costuri de colectare scăzute, ea prezintă un interes scăzut pentru că prin incinerare sunt excluse cantități considerabile de materiale recuperabile din cadrul ciclului de reciclare.

Cea de-a doua modalitate de valorificare a deșeurilor cu colectare mixtă în pubela unică este cea materială, redată sugestiv în Figura 8.3 (reprezentată mărit în Anexa 12). Conținutul pubelei unice este colectat și transportat la o stație de sortare unde sunt extrase materialele reciclabile, fiind supuse apoi unor operații de preparare pentru a putea fi reciclate, fracția organică fiind supusă unui tratament aerob pentru a fi neutralizată.



**Figura 8.3 Schema scenariului 0 cu valorificare materială**

Sursa: Contribuția autoarei

Avantajul acestui scenariu îl reprezintă costurile reduse de colectare, iar dezavantajul major este dat de calitatea inferioară a materialelor sortate din acest amestec de deșeuri, conducând la dificultăți în comercializarea și reciclarea lor. Materiale precum sticla, metalul sau plasticul se pot curăța și recicla. În cazul altor materiale, precum hârtia, calitatea este atât de slabă încât reciclarea devine imposibilă. Prin această metodă de tratare fracțiunea cu conținut caloric ridicat este preparată pentru a fi utilizată sub formă de combustibil derivat din reziduuri într-o stație de ciment.

### 8.2.2 SCENARIUL 1

Scenariul 1 este modelat după sistemul actual de colectare al deșeurilor din municipiul Timișoara. În acest oraș colectarea deșeurilor menajere se face separat (Cap. 3.3.1). Resturile menajere sunt colectate în pubele umede, iar materialele reciclabile în pubele uscate. Pentru pubela umedă sunt modelate trei variante de neutralizare, cu incinerare, tratare aerobă și tratare anaerobă într-o stație mecano-biologică. Pentru pubela uscată a fost modelată recuperarea materială prin reciclare.

Scenariul 1: Rata sortare: 50%

Conținut impurități: 50%

Sistem de colectare: doua pubele (pubela umedă și pubela uscată)

Recuperare:

- pubela de resturi menajere (umedă)
  - tratare în stație mecano-biologică aerobă;
  - tratare în stație mecano-biologică anaerobă;
  - tratare termică, prin incinerare;
- pubela de materiale reciclabile (uscată)

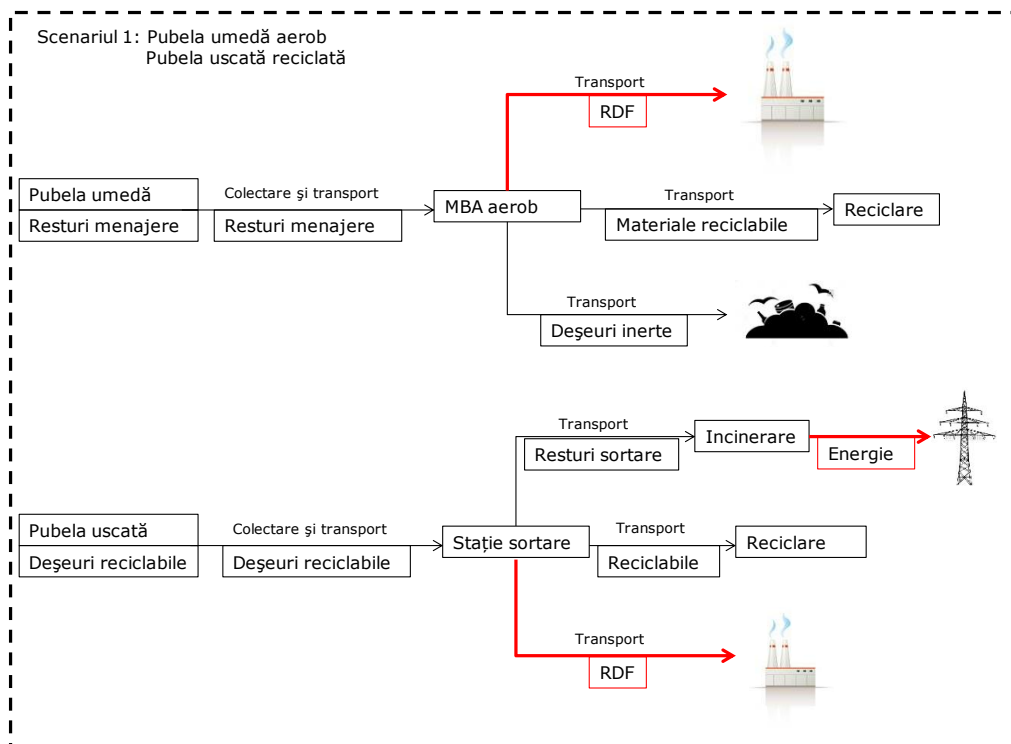
– reciclată.

Pubela de resturi menajere este colectată de la sursă cu autogunoiere și transportată la stația de tratare. Opțiunile de tratare propuse sunt incinerarea, tratarea mecano-biologică aerobă și tratarea mecano-biologică anaerobă.

În cazul incinerării conținutului pubelei umede, metalul este recuperat din cenușă și apoi este reciclat. Și în acest caz se consideră în modelare substituirea materiei prime prin re folosirea metalului vechi.

Această opțiune de tratare a fost considerată suboptimală deoarece deșeurile colectate în pubela umedă au o putere calorifică scăzută, datorită conținutului ridicat de apă.

Atunci când deșeurile din pubela umedă sunt supuse tratării mecano-biologice, acestea sunt, într-o primă etapă, tratate mecanic, pentru a asigura separarea materialelor reciclabile de fracțiunea organică. Metalele sunt extrase și reciclate iar fracțiunea cu conținut calorific crescut este preparată sub formă de combustibili derivați din deșeuri și valorificată într-o stație de ciment. În cazul tratării mecano-biologice aerobe, redată schematic în Figura 8.4 (reprezentată mărit în anexa A13), fracțiunea organică este inertizată prin compostare.

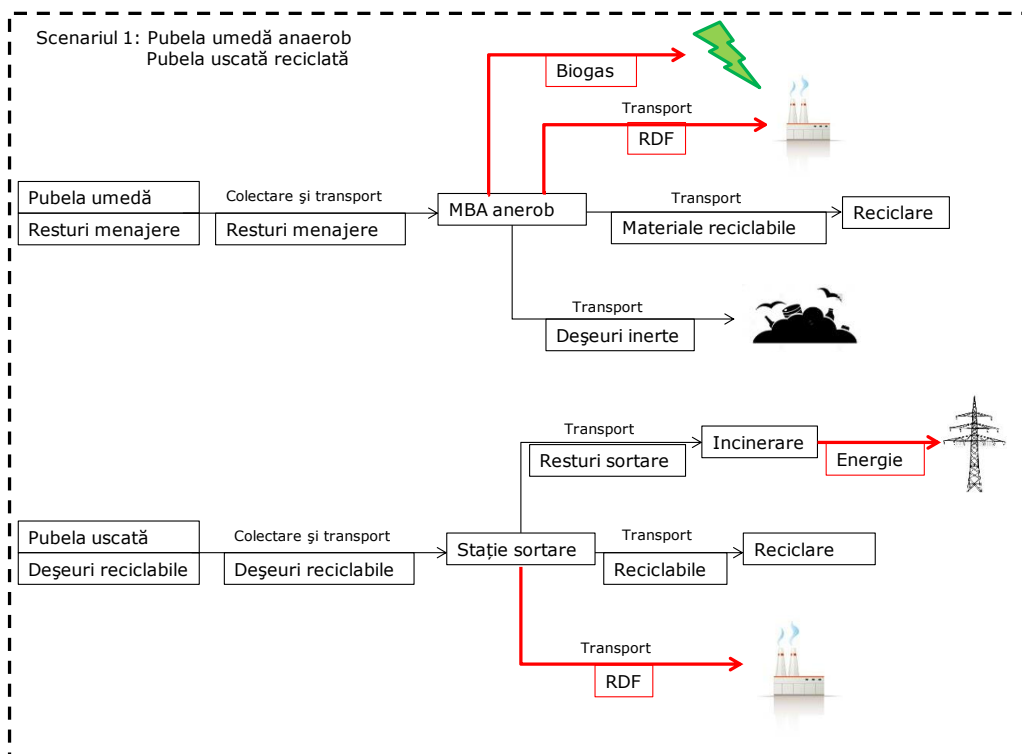


**Figura 8.4 Scenariul 1 cu tratarea aerobă a pubelei umede**

Sursa: Contribuția autoarei

Datorită gradului scăzut de igienizare, calitatea compostului nu este adecvată utilizării acestuia în agricultură, însă materialul care este inertizat se poate folosi pentru umpluturi de pământ, sau se depozitează.

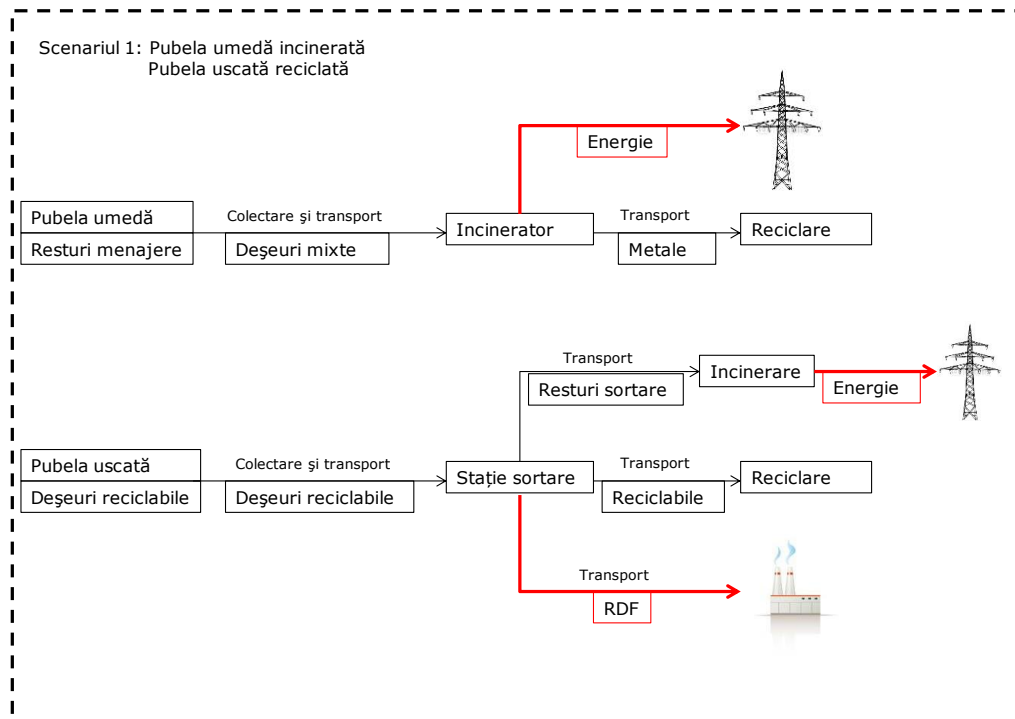
În cazul tratării anaerobe, conform Scenariului 1, redat schematic în Figura 8.5 (reprezentată mărit în anexa A14), din fracțiunea umedă se poate obține biogaz. Această soluție de tratare ridică probleme datorită materialului inert care îngreunează procesul de fermentare, fiind din acest motiv, mai puțin utilizată.



**Figura 8.5 Scenariul 1 cu tratarea anaerobă a pubelei umede**

Sursa: Contribuția autoarei

În ultima variantă a Scenariului 1 conținutul pubelei umede este tratat prin incinerare (Figura 8.6, reprezentată mărit în anexa A15). Metalele sunt extrase din cenușă cu ajutorul magneților și transportate la firmele de profil, care se ocupă cu reciclarea lor.



**Figura 8.6 Scenariul 1 cu tratarea pubelei umede în incinerator**

Sursa: Contribuția autoarei

Deșeurile colectate în pubela uscată sunt supuse sortării, după care sunt reciclate. Modelul include prepararea materialelor spre reciclare, pentru producerea de granulat din plastic sau alte produse utile în alte sectoare de activitate. Toate materialele secundare obținute, constituite din granulat de plastic, hârtie, metal, sunt considerate, în model, ca făcând parte din substituția de materii prime. Resturile rezultate în urma sortării sunt incinerate, recuperându-se astfel energia de care dispun.

### 8.2.3 SCENARIUL 2

Scenariul 2 este modelat după aceleași condiții ca și Scenariul 1, sistemul de colectare și căile de tratare fiind identice în ambele scenarii. Așa cum s-a menționat anterior, variabila în acest scenariu este performanța de sortare a populației, îmbunătățirea performanței de sortare fiind un atribut ce se reflectă asupra bilanșurilor de masă.

Scenariul 2:	Rata sortare: 70%
Conținut impurități:	30%
Sistem de colectare:	doua pubele (pubela umedă și pubela uscată)
Recuperare:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ pubela de resturi menajere (umedă) <ul style="list-style-type: none"> <li>-tratată în stație mecano-biologică aerobă;</li> <li>-tratată în stație mecano-biologică anaerobă;</li> <li>-tratată termic, prin incinerare.</li> </ul> </li> <li>➤ pubela de materiale reciclabile (uscată) <ul style="list-style-type: none"> <li>- reciclată.</li> </ul> </li> </ul>

Transportul deșeurilor are impact asupra mediului, prin intermediul emisiilor de CO<sub>2</sub>. Relevante sunt în acest caz, atât distanțele de transport de la sursă până la stațiile de tratare, cât și profilul traseului (procentajul de traseu în localități și procentajul de traseu în afara localităților). Societatea de salubritate RETIM a început încă din anul 2003 să investească în dotări, beneficiind în momentul de față de vehicule moderne, cum s-a evidențiat în Cap. 4.3.1. Din acest motiv, modelarea proceselor de colectare și transport s-a făcut utilizând vehicule ce respectă standardele de emisie Euro 5.

Deșeurile sunt colectate de către autogunoiere și transportate până la incinerator care se consideră a fi de 50 km, din care cca. 30% din transport se aproximează că se desfășoară în localități, iar restul de 70% în afara localităților.

### 8.3 Rezultate

#### Scenariul 0

Bilanțul tratării prin incinerare al pubelei unice are ca rezultat un total de peste 8.000 t CO<sub>2</sub>-echiv așa cum se poate vedea în Tabelul 8.3. Reciclarea metalelor recuperate din cenușă are și ea un efect benefic, producând o relaxare pentru mediu de aproape 2.000 t CO<sub>2</sub>-echiv.

**Tabelul 8.3 Scenariul 0 - Tratarea pubelei unice prin incinerare**

Pubela unică (incinerator)	t CO <sub>2</sub> -echiv.
Incinerator	-6.870
Reciclare	-1956
Colectare si transport	794
<b>Total</b>	<b>-8.032</b>

Tratarea mecano-biologică aerobă a pubelei unice produce o relaxare pentru mediu de peste 30.000 t CO<sub>2</sub> (Tabelul 8.4). În ciuda acestui rezultat pozitiv, trebuie menționat faptul că acest scenariu este caracterizat de o calitate foarte scăzută a materialelor reciclabile și deci șanse scăzute de comercializare.

**Tabelul 8.4 Scenariul 0 - Tratarea mecano-biologică aerobă a pubelei unice**

Pubela unică (MBA aerob)	t CO <sub>2</sub> -echiv.
Depozit	1.243
Tratarea mecano-biologică	6.756
Incinerarea	-2.844
Reciclare	-2.296
Colectare si transport	829
Coincinerare	-11.834
Sortare	120
Material secundar	-9.168
<b>Total</b>	<b>-30.706</b>

Scenariul 1

**Pentru pubela umedă, în cazul unei nivel scăzut al sortării, cea mai favorabilă soluție, din punct de vedere al emisiilor de gaze cu efect de seră, o reprezintă tratarea anaerobă într-o stație mecano-biologică (Tabelul 8.5, Tabelul 8.6 și**

**Tabelul 8.7).**

În acest caz, producerea de biogaz reprezintă un avantaj. Cu toate acestea trebuie menționat că o asemenea soluție este puțin aplicată datorită problemelor pe care le ridică producerea de biogaz dintr-un asemenea amestec, cu conținut ridicat de material inert.

**Tabelul 8.5 Scenariul 1 - Tratarea mecano-biologică aerobă a pubelei umede**

Pubela umedă (aerob)	t CO <sub>2</sub> -echiv.
Depozit	1.414
Tratare mecano-biologică	-2.161
Reciclare	-2.346
Colectare si transport	863
Coincinerare	-13.881
<b>Total</b>	<b>-16.110</b>

**Tabelul 8.6 Scenariul 1 - Tratarea mecano-biologică anaerobă a pubelei umede**

Pubela umeda (anerob)	t CO <sub>2</sub> -echiv.
Depozit	1.093

Tratare mecano-biologica	-1.823
Reciclare	-2.346
Colectare si transport	746
Coincinerare	-16.601
<b>Total</b>	<b>-18.931</b>

**Tabelul 8.7 Scenariul 1 - Tratarea pubelei umede prin incinerare**

Pubela umedă (incinerare)	t CO <sub>2</sub> -echiv.
Incinerator	-5.813
Reciclare	-1.493
Colectare si transport	325
<b>Total</b>	<b>-6.981</b>

Tratarea pubelei uscate, prin reciclare, are ca rezultat o relaxare pentru mediu de peste 17.000 t CO<sub>2</sub>-echiv. așa cum se poate vedea în Tabelul 8.8.

**Tabelul 8.8 Scenariul 1 - Tratarea pubelei uscate prin reciclare**

Pubela uscată (reciclare)	t CO <sub>2</sub> -echiv.
Incinerator	-2.486
Reciclare	-5.985
Colectare si transport	166
Sortare	120
Coincinerare	-4.554
Materiale secundare	-4.397
<b>Total</b>	<b>-17.136</b>

Din evaluarea ecologică a scenariului 1 se observă că din punct de vedere al emisiilor de gaze cu efect de seră cea mai eficientă soluție este tratarea anaerobă a deșeurilor din pubela umedă, combinată cu reciclarea materialelor din pubela uscată. Considerate împreună, cele două modalități de tratare, conduc la valori economisite de peste 31.000 t CO<sub>2</sub>-echiv. Cu toate acestea, așa cum s-a menționat anterior această metodă este puțin aplicată datorită problemelor pe care le ridică fermentarea unui asemenea amestec cu conținut ridicat de material inert.

În cazul, în care, rata de sortare se îmbunătățește, tratarea aerobă a pubelei umede conduce la o relaxare pentru mediu de peste 14.000 t CO<sub>2</sub>-echiv, (Tabelul 8.9). Prin



tratarea anaerobă se economisesc aproape 16.000 t CO<sub>2</sub>-echiv, (Tabelul 8.10). Incinerarea are, ca și în scenariul 1, cel mai scăzut impact pozitiv asupra mediului (Tabelul 8.11).

**Tabelul 8.9 Scenariul 2 - Tratarea mecano-biologică aerobă a pubelei umede**

Pubela umedă (aerob)	t CO <sub>2</sub> -echiv.
Depozit	874
Tratare mecano-biologică	-2.938
Reciclare	-1.510
Colectare si transport	507
Coincinerare	-11.078
<b>Total</b>	<b>-14.145</b>

**Tabelul 8.10 Scenariul 2 - Tratarea mecano-biologică anaerobă a pubelei umede**

Pubela umedă (anerob)	t CO <sub>2</sub> -echiv.
Depozit	839
Tratare mecano-biologică	-2.117
Reciclare	-1.510
Colectare si transport	514
Coincinerare	-13.539
<b>Total</b>	<b>-15.813</b>

**Tabelul 8.11 Scenariul 2 - Tratarea pubelei umede prin incinerare**

Pubela umedă (incinerare)	t CO <sub>2</sub> -echiv.
Incinerator	-6.176
Reciclare	-2.482
Colectare si transport	331
<b>Total</b>	<b>-8.327</b>

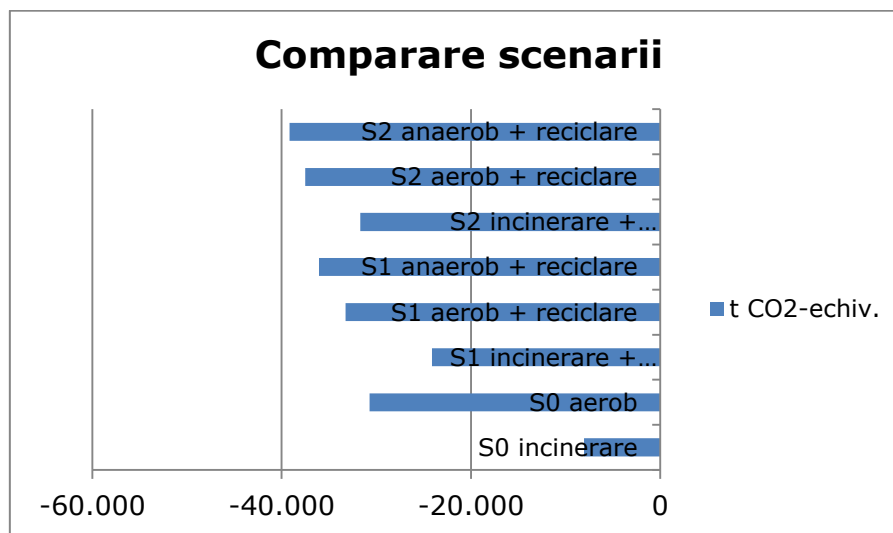
Rata îmbunătățită de sortare are un efect benefic asupra rezultatelor tratării pubelei cu materiale reciclabile. Acest scenariu conduce la o relaxare pentru mediu de aproape 23.000 t CO<sub>2</sub>-echiv, așa cum se poate vedea în Tabelul 8.12.

**Tabelul 8.12 Scenariul 2 - Tratarea pubelei uscate prin reciclare**

Pubela uscată (reciclare)	t CO <sub>2</sub> -echiv.
Incinerator	-2.742
Reciclare	-8.378

Colectare si transport	227
Sortare	127
Coincinerare	-6.428
Materiale secundare	-6.157
Total	-23.351

Analiza scenariului 2 arată că o îmbunătățire a performanței de sortare are efecte benefice asupra emisiilor de gaze cu efect de seră. În cazul pubelei uscate se înregistrează o economisire suplimentară de peste 5.000 t CO<sub>2</sub>-echiv (Figura 8.7).



**Figura 8.7 Compararea scenariilor**

Sursa: Contribuția autoarei

Evaluarea ecologică a fiecărui scenariu este influențată în mod esențial de tehnologia instalațiilor selectate și de substituirea proceselor primare. Din procesele primare rezultă o serie de emisii care pot fi, în parte, evitate prin reciclarea deșeurilor. Acest lucru este valabil, mai ales, pentru valorificarea metalelor și a materialelor plastice. Mai mult decât atât, combustibilii alternativi (RDF) înlocuiesc carburanții (cărbune) din fabricile de ciment. Prin tratamentul termic al deșeurilor în stația de incinerare este generată o cantitate semnificativă de energie electrică și termică, înlocuind astfel arderea combustibililor fosili.

În cazul reciclării, emisiile provenite din colectarea, transportul, sortarea și prelucrarea materialelor reciclabile din deșeuri, sunt de regulă mult mai mici decât emisiile rezultate din producția primară. Aceste beneficii, exprimate prin diferența între procese și cheltuielile pentru reciclare primară, pot fi creditate în sistemul de gestionare a deșeurilor. Valoarea creditului este determinată, printre altele, de calitatea materialelor reciclabile. Atunci când materialele secundare pot înlocui 1:1 materialele primare, factorul de substituție care se acorda este egal cu 1.

## **9 CONCLUZII GENERALE**

### **9.1 Structura și conținutul tezei**

Lucrarea se dezvoltă pe nouă capitole și cuprinde 168 pagini, 6 relații de calcul, 22 tabele, 69 figuri și 19 anexe. Lista bibliografică conține 109 titluri.

În Capitolul 1 „INTRODUCERE” este prezentată tema de cercetare, precum și necesitatea și oportunitatea cercetării, apoi este definit obiectivul tezei.

Capitolul 2 „GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN CONTEXT EUROPEAN” oferă o imagine de ansamblu asupra gestionării deșeurilor, pornind de la istoria evoluției și continuând cu principiile care stau la baza conceptelor UE, ca spre exemplu ierarhizarea. Tot în acest capitol sunt prezentate metodologiile și modelele de evaluare a ciclului de viață, acestea fiind des utilizate în Europa pentru evaluarea impactului deșeurilor asupra mediului. În acest context, atenția se îndreaptă către strategiile europene de gestionare a deșeurilor, pentru a asigura protejarea mediului înconjurător. Un instrument cu o semnificație deosebită în atingerea scopurilor UE este colectarea selectivă a deșeurilor, descrierea sa încheind Capitolul 2.

### **CAPITOLUL 3 „**

GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN GERMANIA” este destinat analizei sistemului de gestionare a deșeurilor menajere din Germania. După un scurt istoric al tradiției germane în acest domeniu, sunt prezentate ghidurile de procedură ale statului federal Brandenburg, ce servesc drept orientare pentru determinarea cantităților și compoziției deșeurilor. Sunt prezentate apoi fluxurile de deșeuri menajere, cu informații despre modul lor de colectare și de valorificare, apoi este prezentată o statistică a cantităților de deșeuri colectate și valorificate. În continuare sunt prezentate câteva instalații de tratare a deșeurilor menajere, cu scurte descrieri ale principiilor de funcționare, ale treptelor de tratare și tehnologiilor utilizate. Pentru a oferi o imagine asupra aspectelor economice pe care le implică astfel de tehnologii de tratare, sunt analizate costurile și taxele practicate în Germania. Nu în ultimul rând este făcută o analiză critică a sistemului german, cu scopul de a atrage atenția asupra unor aspecte ce pot periclita succesul sistemului de management al deșeurilor. Capitolul se încheie cu o serie de proiecte pilot, investigate în Germania în scopul optimizării sistemului actual și rezultatele acestora, putând fi folosite drept model.

În Capitolul 4 „GESTIONAREA DEȘEURILOR ÎN ROMÂNIA” este analizată situația gestionării deșeurilor menajere, la nivel național și local în România. Se pornește de la încadrarea în context european, continuând cu analiza situației privind cantitățile și compoziția deșeurilor, sistemele de colectare și modalitățile disponibile de tratare și neutralizare. Pentru a putea crea o imagine clară asupra situației

gestionării deșeurilor menajere la nivel local, se efectuează un studiu de caz pentru municipiul Timișoara. În finalul capitolului 4 sunt evidențiate principalele puncte slabe ale sistemului românesc de gestionare a deșeurilor.

Capitolul 5 „ANALIZA DEȘEURILOR” este dedicat analizei deșeurilor, pentru că oferă o serie de parametri indispensabili pentru procesul de planificare a sistemelor de gestionare a deșeurilor. Sunt prezentate atât categoriile generale de deșeuri cât și categoriile de deșeuri menajere, apoi compoziția materială și indicatorii de caracterizare a deșeurilor împreună cu formulele lor de calcul.

Un alt aspect, deosebit de important în asigurarea succesului implementării unui sistem de gestionare a deșeurilor bazat pe colectarea selectivă, îl reprezintă populația și nivelul său de conștientizare, evidențiat în următorul capitol.

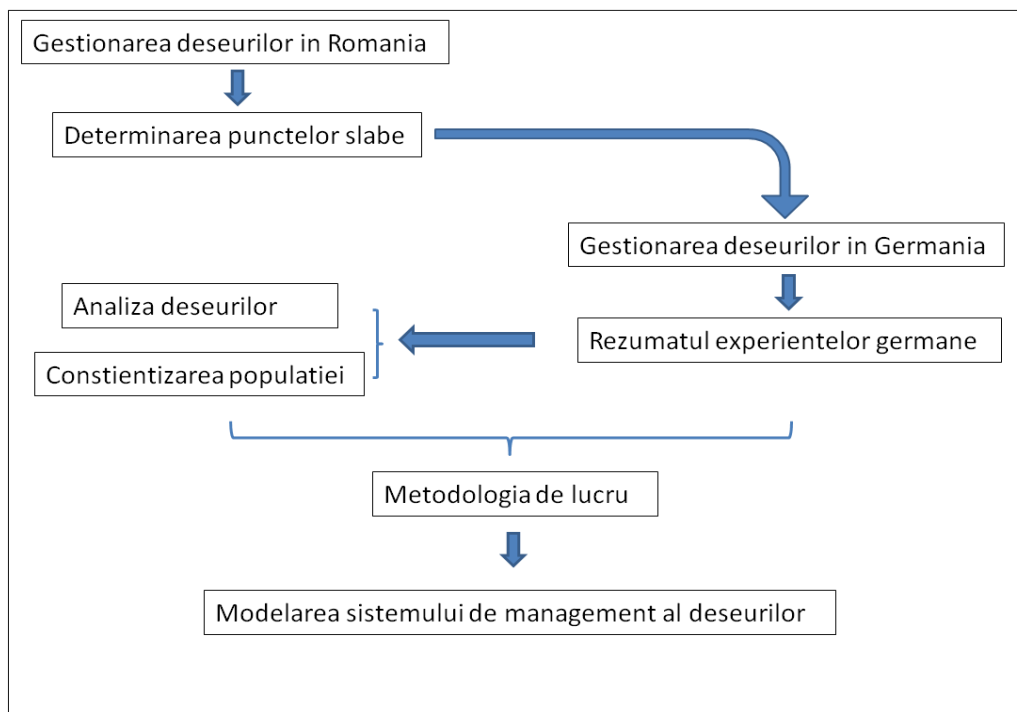
Capitolul 6 „CONȘTIENTIZAREA POPULAȚIEI” este destinat analizării atitudinii populației, descrierii unor metode de conștientizare, identificării posibilelor bariere, definirii unor modele de comportament și prezentării unor instrumente care pot influența comportamentul populației.

În Capitolul 7 „METODOLOGIA DE LUCRU” este descrisă metodologia de lucru utilizată la culegerea datelor pentru studiul de caz Timișoara precum și metodologia evaluării ciclului de viață pe care se bazează procesul de modelare a scenariilor, în studiul de caz mai sus amintit.

Capitolul 8 "PROCESUL DE MODELARE PENTRU STUDIUL DE CAZ TIMIȘOARA" este destinat descrierii modelelor și celor trei scenarii de colectare și tratare. În finalul capitolului sunt prezentate rezultatele modelării.

În Capitolul 9 „CONCLUZII GENERALE” sunt evidențiate rezultatele tezei de doctorat, fiind subliniate contribuțiile personale și elementele de originalitate și se fac recomandări menite să faciliteze procesul de planificare și implementare a sistemelor de gestionare a deșeurilor la Timișoara și în România.

O succintă reprezentare schematică a conceptului tezei este prezentată în Figura 0.1.



**Figura 0.1 Structura tezei de doctorat**

Sursa: Contribuția autoarei

## 9.2 Discutarea rezultatelor

Teza analizează sistemul de gestionare a deșeurilor din România în context european și evidențiază punctele slabe ale acestuia. În paralel, analizează sistemul de gestionare a deșeurilor din Germania, considerat a fi un exemplu de succes. Din analiza sistemului german se desprind o serie de bune practici, care pot fi preluate și adaptate la condițiile din România. Pentru a asigura succesul adaptării acestor bune practici, se impune o evaluare cât mai de încredere a cantităților de deșeuri, precum și cunoașterea exactă a compoziției acestora, astfel încât teza evidențiază importanța realizării analizelor de deșeuri pentru obținerea datelor de încredere, atât de necesare la planificarea sistemelor de gestionare. Bunele practici pot fi aplicate doar cu contribuția populației. În acest scop sunt prezentate o serie de instrumente și metode ce pot fi aplicate pentru a spori gradul de conștientizare al populației.

Pe studiul de caz în orașul Timișoara, teza prezintă o metodă germană de culegere a datelor prin intermediul analizei de sortare. Pe baza datelor rezultate din analiza de sortare sunt modelate câteva scenarii prin care, cu ajutorul metodei de evaluare a ciclului de viață, sunt puse în evidență avantajele sistemelor moderne de gestionare a deșeurilor, inclusiv colectarea selectivă, pentru protecția mediului. Se demonstrează efectul benefic asupra mediului, pe care îl asigură implementarea cu

succes a acestor sisteme, rezultatul fiind evidențiat prin reduceri semnificative ale emisiilor de CO<sub>2</sub>.

### **9.3 Contribuții personale și elemente de originalitate**

Principalele contribuții personale în cadrul tezei de doctorat sunt următoarele:

-organizarea campaniei de analiză prin sortare a compoziției deșeurilor din Timișoara în anul 2008, prelucrarea și interpretarea rezultatelor obținute, diseminarea rezultatelor acestei analize în cadrul unui workshop, la care au fost invitați atât factori de deizie politică, cât și reprezentanți ai agențiilor naționale și locale de mediu, ai societăților de salubritate, ai organizațiilor non-guvernamentale de protecția mediului și, nu în ultimul rând, ai Universității Politehnica Timișoara;

-analiza compoziției deșeurilor, în regiunea Ludwigsburg din landul german Baden-Württemberg, prin colaborarea în cadrul colectivului de la Universitatea din Stuttgart la un proiect de cercetare în această regiune. Experiența a fost extrem de importantă pentru determinarea elementelor esențiale ce trebuie luate în considerare în cadrul analizelor de sortare ale deșeurilor;

-analiza stațiilor de tratare germane și culegerea de date prin vizite efectuate la stația de incinerare Münster Stuttgart, stația de tratare mecano-biologică Kahlenberg, stația de tratare mecano-biologică și depozitul Cröbern, stația de tratare a deșeurilor organice prin fermentare de la Leonberg, stația de compostare a deșeurilor de proveniență vegetală din Zuffenhausen. Datele culese au fost folosite în cadrul tezei la realizarea modelului pentru studiul de caz Timișoara;

-studiul la nivel național al sistemelor de colectare selectivă a deșeurilor în Germania, prin colaborarea în cadrul colectivului de la Universitatea din Stuttgart la un proiect de cercetare pe această temă. Prin intermediul acestui proiect s-a obținut o imagine detaliată a exemplului de succes în gestionarea deșeurilor și s-au conturat recomandările de aplicare în România;

-realizarea unui proiect pilot, de introducere a unui nou sistem de colectare selectivă a deșeurilor în regiunea Neckar-Odenwald, din landul Baden-Württemberg prin colaborarea în cadrul colectivului de la Universitatea din Stuttgart la acest proiect de cercetare. Experiența acumulată a fost aplicată în modelarea sistemului din Timișoara.

-realizarea unor modele de gestionare a deșeurilor menajere pentru studiul de caz al municipiului Timișoara, folosind instalații moderne, pentru a putea evalua impactul asupra mediului înconjurător;

-concepția schemelor pentru reprezentarea grafică modelelor.

-formularea unor recomandări pe baza experiențelor și cunoștințelor acumulate și a analizelor efectuate.

## 9.4 Perspective și recomandări

Un aspect extrem de important în elaborarea unui sistem performant de gestionare a deșeurilor îl reprezintă coordonarea acțiunilor și o comunicare fluidă între nivelul național, regional și cel local.

Se recomandă stabilirea, mai întâi de toate, a unei strategii și apoi definirea unor obiective SMART în cadrul acesteia. Obiectivele SMART sunt:

- Specifice – adică precis formulate, concrete și clare;
- Măsurabile – pentru a putea verifica atingerea unui scop. Se recomandă definirea unor criterii de măsurare a succesului, care să fie verificabile pentru că în cazul scopurilor calitative acest lucru este greu de realizat;
- Acceptabile – adică formulate pozitiv, astfel încât să fie acceptate de către cei care trebuie să le ducă la îndeplinire;
- Realiste – adică realizabile, astfel încât ducerea lor la îndeplinire să fie realistă;
- la Termen – să aibă termene clare de îndeplinire.

În optimizarea procesului de planificare a sistemelor de gestionare a deșeurilor se recomandă aplicarea modelului PDCA (Plan Do Check Act):

- Plan (planificare) - stabilirea obiectivelor și a proceselor necesare pentru a furniza rezultate în concordanță cu politica de mediu;
- Do (execuție) - căutarea de soluții adecvate, stabilirea proceselor necesare și implementarea acestora;
- Check (verificare): monitorizarea și măsurarea proceselor vis-a-vis de politica de mediu, obiective, cerințe legale (sau de altă natură) și raportarea rezultatelor;
- Act (acțiune) - luarea de măsuri pentru îmbunătățirea continuă a performanțelor sistemului de management de mediu.

Un aspect ce nu trebuie neglijat este identificarea părților interesate (autorități locale și județene, societăți de salubritate, universități, populație, reprezentanți ai industriei prelucrătoare de resurse secundare) și includerea lor în procesul de planificare și implementare.

Protejarea resurselor naturale depinde de închiderea cât mai bună a ciclurilor de materiale. O modalitate de atingere a acestui scop este creșterea ratei de reciclare. Societățile de salubritate pot contribui în această direcție prin asigurarea unor fluxuri de deșeuri cu grad sporit de puritate, obținute prin implementarea unor sisteme de colectare adecvate, îndrumarea populației de a sorta și realiza stații de tratare eficiente.

Colectarea selectivă trebuie să fie dezvoltată în continuare. Se impune în acest sens și informarea corespunzătoare a populației, însoțită de utilizarea unor instrumente menite să sporească nivelul de conștientizare și de implicare în colectarea selectivă. Demnă de luat în considerare este, de exemplu, publicarea și împărțirea de fluturași cu informații scurte și concise despre materialele pe care le pot colecta selectiv, menționarea locurilor de colectare unde se pot debarasa de ele, prezentarea căii de reciclare și eventual idei cum pot, pe viitor, să evite generarea acestor deșeuri. Așa cum se poate desprinde din [106], în acest proces societățile de salubritate trebuie să se implice activ, să informeze populația, să o sprijine și să o încurajeze în procesul de colectare selectivă. Mai mult decât atât, societățile de salubritate trebuie să asigure colectarea cu autogunoiere speciale a fiecăreia din fracțiunile triate de populație, respectând intervale de colectare similare celor prezentate în Tabelul 3.2.

Fiindcă succesul reciclării este dependent atât de calitatea sortării cât și de existența unei piețe de desfacere pentru materialele secundare, sunt importante, pe lângă implementarea colectării selective, și încurajarea și dezvoltarea industriei prelucrătoare.

Se recomandă ca la preluarea de tehnologii și măsuri aplicate cu succes în alte țări europene să fie luate în considerare particularitățile românești astfel încât aplicarea să se poată face cu ajustări corespunzătoare.

Se recomandă de asemenea exploatarea potențialului energetic al resturilor menajere, prin producerea de energie electrică și termică.

Nu trebuie neglijat nici potențialului fracțiunii organice, care poate fi exploatat prin producerea de biogaz și compost. În acest scop, se recomandă pe viitor colectarea selectivă a deșeurilor organice. Mai mult decât atât, se recomandă o evaluare a potențialului resturilor alimentare în gospodării, cantine și restaurante [107], acestea reprezentând o componentă importantă a fracțiunii organice. O tehnologie demnă de luat în considerare poate fi Valorga, care, cf. studiului [108], conduce prin valorificarea biogazului și a compostului, la o soluție favorabilă pentru protecția mediului înconjurător.

Pentru că în compoziția deșeurilor, așa cum s-a văzut, un procent ridicat îl reprezintă fracțiunea organică și cum o parte semnificativă a populației locuiește la case cu grădini, este recomandabilă încurajarea acesteia să composteze. Organizarea de workshop-uri prin care să li se arate cum pot realiza propriul compost poate asigura succesul unei astfel de inițiative. Compostarea deșeurilor în gospodării ar conduce în plus la reducerea cantităților de deșeuri ce trebuie colectate, transportate și tratate de către firmele de salubritate.

Prevenirea deșeurilor are prioritate în fața tratării deșeurilor. Factorii de decizie politică trebuie să dezvolte noi modele și sisteme de stimulare pentru prevenirea deșeurilor. Este recomandabil ca și societățile de salubritate să se implice în această direcție prin încurajarea și sprijinirea inițiativelor de genul magazinelor care comercializează produse second-hand sau al atelierelor în care se pot efectua reparații ale aparaturii casnice defecte, în scopul reducerii generării de deșeuri.

În cazurile în care depozitarea deșeurilor nu poate fi evitată, se recomandă ca aceasta să se facă corespunzător, cu tehnologii larg utilizate, precum compactarea deșeurilor depozitate [109]. Nu trebuie să se neglijeze colectarea și tratarea



levigatului și nici gazuul ce se formează în depozit. Se recomandă însă, soluția optimă spre care trebuie să tindă România, și anume inertizarea înainte de depozitare a tuturor deșeurilor cu conținut organic.

Pentru hârtie se recomandă o colectare separată de celelalte materiale reciclabile, pentru a evita eventuala depreciere a calității acesteia și compromiterea posibilității de reciclare.

Modelul, aplicat în cadrul tezei pe studiul de caz Timișoara, este adaptabil și altor localități atât din România cât și din alte țări est-europene.

Prezenta teză nu a tratat aspectele economice, de aceea o temă pentru posibile studii ulterioare o reprezintă evaluarea pentru România a costurilor acestor sisteme de gestionare propuse.

## BIBLIOGRAFIE

1. **Convention, Basel.** *Control of Transboundary Movements of Hazardous Waste and their Disposal.* Basel, Elvetja : s.n., 2016.
2. **UNSD, United Nations Statistics Division.** *Workshop on Environment Statistics.* Yaounde, Camerun : s.n., 2011.
3. **European Commission, DG Environment.** *Analysis of the evolution of waste reduction and the scope of waste prevention - Final report.* 2010.
4. **BMUB, Bundesministerium für Umwelt Naturschutz Bau und Reaktorsicherheit.** *Ökologische Industriepolitik.* 2006.
5. **Wiemer, K. und Kern, M.** *Bio- und Sekundärrohstoffverwertung III stofflich \* energetisch.* Wiezenhausen : s.n., 2008.
6. **IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change.** *Zusammenfassung für politisch Entscheidungsträger - Vierter Sachstandsbericht: Klimaänderung.* Berna/Viena/Berlin : s.n., 2007.
7. **Rodda, J. C., Ubertini, L.** *The Basis of Civilization - Water Science.* *International Association of Hydrological Sciences Press.* 2004, p. 161.
8. **Vehlow, J.** *Internationale Entwicklung der Termischen Abfallbehandlung.* Kassel : kassel university press GmbH, 2006. pg. 11-39.
9. **Louis, G. E.** *A historical context of municipal solid waste management in the United States.* *Waste Management & Research* 22 (4). 2004, pg. 306-322.
10. **Wilson, D. C.** *Development drivers for waste management.* *Waste Management and Research* 25 (3). 2007, pg. 198-207.
11. **AHA.** *Zweckverband Abfallwirtschaft Region Hannover (aha).* [Interactiv] 2015. [Citat: 21 ianuarie 2015.] [http://www.aha-region.de/fileadmin/Download/M%C3%BCII\\_macht\\_Schule/Historie\\_Zahlen\\_Daten.pdf](http://www.aha-region.de/fileadmin/Download/M%C3%BCII_macht_Schule/Historie_Zahlen_Daten.pdf).
12. **Wolsink, M.** *Contested environmental policy infrastructure: socio-political acceptance of renewable energy, water, and waste facilities.* *Environmental Impact Assessment Review* 30 (5). 2010, pg. 302-311.
13. **Krämer, L.** *'Focus on European Environmental Law.* *The Cambridge Law Journal*, 52. 1992, pg. 178-179.
14. **Tromans, S.** *EC waste law—a complete mess?* *Journal of Environmental Law* 13. 2001, pg. 133-156.

15. **Pires, A., Martinho, G. și Chang, N.- B.** Solid waste management in European countries: A review of systems analysis. *Journal of Environmental Management* 92. 2011, pg. 1033-1050.
16. **Kalders, P. și Hafkamp, W.** Municipal waste management in Netherlands. [autorul cărții] N. Buclet și O. Godard. *Municipal Waste Management in Europe A Comparative Study in Building Regimes*. s.l. : Kluwer Academic Publishers, 2000.
17. **Lazarevic, D., și alții.** *The waste hierarchy in Europe: evolution, articulation and qualification*. Nancy : s.n., 2010.
18. European Commission. [Interactiv] 2008. [Citat: 15 martie 2015.] <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>.
19. **Van Ewijk, S. și Stegmann, J.A.** Limitations of the waste hierarchy for achieving absolute reductions in material throughput. *Journal of Cleaner Production*. 2014, pg. 1-7.
20. **Gharfalkar, M., și alții.** Analysis of waste hierarchy in the European waste directive 2008/98/EC. *Waste Management* 39. 2015, pg. 305-313.
21. **Mühle, S., Balsam, I și Cheeseman, C.R.** Comparison of carbon emissions associated with municipal solid waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 54. 2010, pg. 793-801.
22. **Joint Research Centre.** *ILCD Handbook: Analysing of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment*. s.l. : European Commission, 2010.
23. **Laurent, A., și alții.** Review of LCA studies of solid waste management systems – Part II: Methodological guidance for better practice. *Waste Management*, 34. 2014, pg. 589-606.
24. **EPLCA.** European Platform on Life Cycle Assessment. [Interactiv] 2008. [Citat: 20 decembrie 2008.] <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/toolList.vm>.
25. **Gentil, E. C., și alții.** Models for waste life cycle assessment: Review of technical assumptions. *Waste Management (30)*. 2010, pg. 2636-2648.
26. **Herrmann, I. T. și Moltesen, A.** Does it matter which Life Cycle Assessment (LCA) tool you choose? - a comparative assessment of SimaPro and GaBi. *Journal of Cleaner Production*, 86. 2015, pg. 163-169.
27. **Ghinea, C., și alții.** Life Cycle Assessment of waste management and recycled paper systems. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13. 2014, pg. 2073-2085.
28. **Broitman, D., Ayalon, O. și Kan, I.** One size fits all? An assessment tool for solid waste management at local and national levels. *Waste Management*, 32. 2012, pg. 1979-1988.

29. **Konteh, F. H.** Urban sanitation and health in the developing world: reminiscing the nineteen century industrial nations. *Health & Place* 15 (1). 2009, pg. 69-78.
30. **Habib, K., Schmidt, J. H. și Christensen, P.** A historical perspective of Global Warming Potential from Municipal. *Waste Management*, 33. 2013, pg. 1926-1933.
31. **Curter, M.** *Berliner Gold. Geschichte der Müllbeseitigung in Berlin.* Berlin : Haude & Spener, 1996.
32. **Rodrigues Pereira Ramos, T., Gomes, M.I. și Barbosa-Póvoa, A.P.** Assessing and improving management practices when planning. *Resources, Conservation and Recycling*, 85. 2014, pg. 116- 129.
33. **Marques, R.C., da Cruz, N.F. și Carvalho, P.** Assessing and exploring (in)efficiency in Portugues recycling systems using non-parametric methods. *Resources, Conservation and Recycling*. 67, 2012, Vol. 10, p. 34-43.
34. **da Cruz, N. F., Simões, P. și Marques, R. C.** Economic cost recovery in the recycling of packaging waste: the case of Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 37. 2012, pg. 8-18.
35. **Merrild, H., Larsen, A. W. și Christensen, T. H.** Assessing recycling versus incineration of key materials in municipal waste: The importance of efficient energy recovery and transport distances. 2012, pg. 1009-1018.
36. **Bundeskartellamt.** Sektoruntersuchung duale Systeme - Zwischenbilanz der Wettbewerbsöffnung - Abschlussbericht. *Bundeskartellamt.* [Interactiv] decembrie 2012. [Citat: 11 februarie 2015.] [http://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Sektoruntersuchungen/Sektoruntersuchung%20Duale%20Systeme%20-%20Abschlussbericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Sektoruntersuchungen/Sektoruntersuchung%20Duale%20Systeme%20-%20Abschlussbericht.pdf?__blob=publicationFile).
37. **Statista.** [Interactiv] 2015. [Citat: 20 februarie 2015.] <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/247964/umfrage/prognose-zum-umsatz-in-der-abfallwirtschaft-in-deutschland/>.
38. **Brandenburg, Landesumweltamt.** *Richtlinie für die Durchführung von Untersuchungen zur Bestimmung der Menge und Zusammensetzung fester Siedlungsabfälle im Land Brandenburg.* Potsdam : Fachbeiträge des Landesumweltamtes, 1998.
39. **Kranert, Martin und Cord-Landwehr, Klaus.** *Einführung in die Abfallwirtschaft, Ediția a 4-a.* Berlin : Vieweg+Teubner Verlag, 2010.
40. Mehrweg. [Interactiv] 2015. [Citat: 18 februarie 2015.] <http://www.mehrweg.org/einkaufen/pfand/>.
41. *Ab in dir richtige Tonne.* **Markert, S.** 2013, Stuttgarter Nachrichten, p. 18.
42. *Witzenhausen Institut.* Witzenhausen : s.n., 2013.

43. **Hamburg, Offizielles Stadtportal.** Offizielles Stadtportal für Hamburg. [Online] [Zitat vom: 20. 10 2015.] <http://www.hamburg.de/abfall-entsorgung/293256/glas/>.
44. Umwelt Bundesamt. [Interaktiv] 15 octombrie 2015. [Citat: 03 februarie 2016.] <http://www.umweltbundesamt.de/daten/rohstoffe-als-ressource/inlaendische-entnahme-von-rohstoffen>.
45. **Sachsen, ZAW.** *Documentație pusă la dispoziție în timpul vizitei de lucru.* Cröbern : s.n., 2014.
46. Municipalitatea orașului Stuttgart. [Interactiv] 05 septembrie 2008. [Citat: 02 noiembrie 2016.] <http://www.stuttgart.de/img/mdb/item/8506/105724.pdf>.
47. **Statista.** Statista. [Interactiv] 2014. [Citat: 12 februarie 2015.] <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/1951/umfrage/abfallgebuehren-nach-bundeslaendern/>.
48. —. Statista. [Interactiv] 2011. [Citat: 20 februarie 2015.] <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/219745/umfrage/kosten-und-gebuehren-der-muellverbrennung-in-deutschland-nach-unternehmen/>.
49. **Sabery, Farzaneh.** *Modell zur Vorkalkulation von mechanisch-biologischen Restabfallbehandlungsanlagen.* Berlin : s.n., 2004.
50. **Raussel, T. și Sprick, W.** Kosten- und Erlösstruktur integrierter Bioabfallvergärungs- und Kompostierungsanlagen. [autorul cărții] M Kern și T. Raussen. 6. *Biomasse Forum, Kreislaufwirtschaftsgesetz 2015: Erfassung und Hochwertige Verwertung von Bioabfälle.* Witzenhausen : Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, 2012, pg. 151-166.
51. **Kern, M., Raussen, T. und Graven, T.** *Ökologisch sinnvolle Verwertung von Bioabfällen - Anregungen für Kommunale Entscheidungsträger.* s.l. : Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Umweltbundesamt, 2012.
52. **BGK.** *Markwert von Kompost in Deutschland.* s.l. : Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., 2006.
53. **Somborn, N.** Mülltrennung in Deutschland: Die gelbe Revolution. *Der Spiegel.* 21. 07 2010.
54. **Sabrowski, R.** *DSD - Fehlwurfstudie 2002.* Dresda : Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2004.
55. **Christiani, J.** Auswirkungen der Wertstofftonne auf die Kunststoffverwertung. *FKUR Tagungsband Zukunft Kunststoffverwertung.* Krefeld : Frauenhofer, 2011.
56. **Dehoust, G. și Christiani, J.** *Analyse und Fortentwicklung der Verwertungsquoten für Wertstoffe - Sammel- und Verwertungsquoten für Verpackungen und stoffgleiche Nichtverpackungen als Lenkungsinstrument zur Ressourcenschonung.* Dessau-Roßlau : Umweltbundesamt, 2012.

57. **BMUB.** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. [Interactiv] 2010. [Citat: 02 aprilie 2015.] <http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/statistiken/allgemeine-abfallwirtschaft/>.
58. **Neumayer, E.** German Packaging Waste Management: A Successful Voluntary Agreement with Less Successful Environmental Effects. *European Environment*. 2000, pg. 152-163.
59. **Oetjen-Dehne, R.** Erfahrungen mit dem System Gelbe Tonne plus in Leipzig und Berlin. [autorul cărții] A. I. Urban și G. Halm. *Kassler Modell - mehr als Abfallentsorgung*. Kassel : kassel university press GmbH, 2009, pg. 57-71.
60. **Halm, G., și alții.** Sammelsystem Nasse und Trockene Tonne Kassel - Hintergründe, Untersuchungen und Ergebnisse. [autorul cărții] A.I. Urban și G. Halm. *Wertstofftonne und mehr...Auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft*. Kassel : kassel university press GmbH, 2011, pg. 49-71.
61. **Kaufmann, S.** Zukunft der restmüllfreien Abfallwirtschaft des Neckar-Odenwald-Kreises. [autorul cărții] A. I. Urban. *Herausforderungen an eine neue Kreislaufwirtschaft*. Kassel : kassel university press, 2012, pg. 33-49.
62. **Karlsruhe, Landkreis.** Landkreis Karlsruhe. [Interactiv] 22 mai 2014. [Citat: 12 februarie 2015.] [https://www.landkreis-karlsruhe.de/media/custom/1863\\_1688\\_1.PDF?1400228554](https://www.landkreis-karlsruhe.de/media/custom/1863_1688_1.PDF?1400228554).
63. EUROSTAT. [Interactiv] 17 martie 2014. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_PUBLIC/8-25032014-AP/EN/8-25032014-AP-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/8-25032014-AP/EN/8-25032014-AP-EN.PDF).
64. **MMP.** MMP. *Ministerul Mediului și Pădurilor*. [Interactiv] 2015. [Citat: 14 ianuarie 2015.] [http://www.mmediu.ro/protectia\\_mediului/strategii\\_planuri.htm](http://www.mmediu.ro/protectia_mediului/strategii_planuri.htm).
65. **ANPM.** Agentia Nationala pentru Protectia Mediului. [Interactiv] 2010. [Citat: 14 decembrie 2014.] [http://www.anpm.ro/anpm\\_resources/migrated\\_content/uploads/48601\\_6%20Cap%206%20Managementul%20Deseurilor.2010.pdf](http://www.anpm.ro/anpm_resources/migrated_content/uploads/48601_6%20Cap%206%20Managementul%20Deseurilor.2010.pdf).
66. **PNGD.** Ministerul Mediului și al Pădurilor. [Interactiv] 2004. [Citat: 14 ianuarie 2015.] [http://www.mmediu.ro/protectia\\_mediului/strategii\\_planuri.htm](http://www.mmediu.ro/protectia_mediului/strategii_planuri.htm).
67. **Pădurilor, Ministerul Mediului și.** *Raportul anual - Starea factorilor de mediu în România anul 2010*. București : s.n., 2011.
68. **Novacea, Alina.** Colectarea selectivă a deșeurilor este obligatorie. *Mediafax*. [Interactiv] 4 februarie 2014. [Citat: 14 noiembrie 2014.] Colectarea selectivă a deșeurilor este OBLIGATORIE.
69. **MMSC.** Deutsch-Rumänische Industrie- und Handelskammer. [Interactiv] 18 februarie 2013. [Citat: 10 noiembrie 2014.] [http://rumaenien.ahk.de/uploads/media/2.Conditii\\_cadru\\_pentru\\_gestionarea\\_deseurilor\\_in\\_Romania.pdf](http://rumaenien.ahk.de/uploads/media/2.Conditii_cadru_pentru_gestionarea_deseurilor_in_Romania.pdf).

70. **Fichtner.** *Planul regional de gestionare a deșeurilor - regiunea vest 2006-2013.* 2006.
71. Asociația de Dezvoltare Intercomunitară Deșeuri Timiș. [Interactiv] [Citat: 20 noiembrie 2014.] <http://adidtimis.ro/zone-colectare>.
72. **Retim.** [Interactiv] 2015. [Citat: 13 ianuarie 2015.] <http://www.retim.ro/despre-noi/cine-suntem/>.
73. **Kranert, Martin, și alții.** *Zusammensetzung häuslichen Abfalls anhand ausgesuchter Siedlungsstrukturen in Rumänien.* Stuttgart : s.n., 2008.
74. **Retim.** Retim. [Interactiv] 19 septembrie 2016. [Citat: 20 noiembrie 2016.] <https://www.retim.ro/wp-content/uploads/2014/09/Brosura-RETIM-2016.pdf>.
75. —. Deutsch- Rumänische Industrie und Handelskammer. [Interactiv] februarie 2013. [Citat: 7 noiembrie 2014.] [http://rumaenien.ahk.de/uploads/media/14.Integriertes\\_Abfallmanagement\\_im\\_Kreis\\_Timis.pdf](http://rumaenien.ahk.de/uploads/media/14.Integriertes_Abfallmanagement_im_Kreis_Timis.pdf).
76. **ADID.** Asociația de Dezvoltare Intercomunitară Deșeuri Timiș. [Interactiv] [Citat: 15 noiembrie 2014.] <http://adidtimis.ro/zone-colectare/zona-1-timisoara>.
77. —. Asociația de Dezvoltare Intercomunitara Deșeuri Timiș. [Interactiv] [Citat: 7 Noiembrie 2014.] <http://adidtimis.ro/deponeu-ghizela/prezentare-deponeu>.
78. **Mirel, I., Moldovan, Ghe., Olaru, I.** Considerații cu privire la colectarea, transportul și neutralizarea reziduurilor menajere din centrele populate. *Simpozionul internațional „Omul și Mediul”,* s.l. : Academia de Științe Tehnice din România, , 2 octombrie 2007. Vol. Ed. a V-a,, Timișoara, 24 mai.
79. **Thomé-Kozmiensky, Karl J. și Beckmann, Michael.** Risiken der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung. [autorul cărții] Karl J. Thomé-Kozmiensky. *Ersatzbrennstoffe 4 - Optimierung der Herstellung und der Verwertung.* Neuruppin : TK Verlag Thomé-Kozmiensky, 2004, pg. 113-140.
80. **Dahlen, L. și Lagerkvist, A.** Methods for household waste composition studies. *Waste Management* 28. 2008, pg. 1100-1112.
81. **Matsuto, T și Ham, R. K.** Residential solid waste generation and recycling in the USA and Japan. *Waste Management and Research* 8 (3). 1990, p. 229.
82. **Matsuto, T. și Tanaka, N.** Data analysis of daily collection tonnage of residential solid waste in Japan. *Waste Management and Research* 11 (4). 1993, p. 333.
83. **Terashima, Y., Urabe, S. și Yoshikawa, K.** Optimum sampling of municipal solid wastes. *Conservation and Recycling* 7 (2-4). 1984, pg. 295-308.
84. EUR-Lex European Union Law. [Interactiv] [Citat: 10 aprilie 2015.] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/consleg/2000/D/02000D0532-20020101-en.pdf>.

85. **Tonglet, M., Phillips, P. S. și Bates, M. P.** Determining the drivers for householder pro-environmental behaviour: waste minimisation compared to recycling. *Resources, Conservation and Recycling* (42). 2004, pg. 27-48.
86. **Hounsham, S.** *Painting the town green: how to persuade people to be environmentally friendly*. Londra : Green-Engage Communications, 2006.
87. **Defra.** *Evaluation of the Household Waste Incentives Pilot Scheme*. s.l. : Queen's Printer and Controller of HMSO, 2006.
88. **Pocock, R., et al.** *Barriers to recycling at home*. Birmingham : M.E.L Research. Raport pentru WRAP., 2008.
89. **Jesson, J.K., Pocock, R.L. și Stone, I.** *Barriers to Recycling: A review of evidence since 2008*. Birmingham : M-E-L Research. Raport pentru WRAP, 2014.
90. **Wallis, ConsultingGroup.** *Kerbside Recycling in Metropolitan Melbourne*. s.l. : Sustainability Victoria, 2011.
91. **Schultz, P. W., Oskamp, S. și Mainieri, T.** Who recycles and when? A review of personal and situational factors. *Journal of Environmental Psychology* 15. 1995, pg. 106-121.
92. **Timlett, R.E și Williams, I.D.** Public participation and recycling performance in England: A comparison of tools for behaviour change. *Resources, Conservation and Recycling* 52. 2008, pg. 622-634.
93. **DEFRA.** *Evaluation of the Household Waste Incentives Pilot Scheme*. Norwich : Queen's Printer and Controller of HMSO, 2006. AEAT/ED51352/Issue 1.
94. **Thomas, C.** Public understanding and its effect on recycling performance in Hampshire and Milton Keynes. *Resources, Conservation and Recycling* (32). 2001, pg. 259-274.
95. **Timlett, R. și Williams, I. D.** The ISB model (infrastructure, service, behaviour): A tool for waste practitioners. *Waste Management* 31. 2011, pg. 1381-1392.
96. **DEFRA.** The Sustainable Lifestyles Framework. *Department for Environment, Food & Rural Affairs*. [Interactiv] 2011. [Citat: 22 decembrie 2015.] <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130123162956/http://archive.defra.gov.uk/environment/economy/documents/sustainable-life-framework.pdf>.
97. **IMAS.** *Ce cred românii despre separarea și reciclarea deșeurilor de ambalajelor*. s.l. : Sondaj pentru Eco-Rom Ambalaje, 2013.
98. **Waite, R.** *Household waste recycling*. New York : Earthscan, 2009.
99. **Farrelly, T. și Tucker, C.** Action research and residential waste minimisation in Palmerston North, New Zealand. *Resources, Conservation and Recycling* 91. 2014, pg. 11-26.



100. **Mirel, I., Stăniloiu, C., Olaru, I., Moldovan, Gh., Kranert, M., Hafner, G., Schiere, O., Berechet, M.,** Waste Management in Romania. *Buletinul Științific al Universității „Politehnica” din Timișoara, Seria Hidrotehnică*, volum aniversar cuprinzând lucrările simpozionului „60 de ani de învățământ hidrotehnic la Timișoara”, , (2008a), Bde. Tomul 53(67), Fascicola 2, Ed. Politehnica, 23-24 octombrie.
101. **ISO14044:2006, EN.** Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. Berlin : Beuth Verlag GmbH, 2006-10.
102. **ISO 14040:2006, EN.** Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. Berlin : Beuth Verlag GmbH, 2009-11.
103. **ISO14042:2000, EN.** Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle impact assessment. Berlin : Beuth Verlag GmbH, 2000-07.
104. **De Haes, Udo.** *Towards a methodology for life cycle impact assessment.* Brussels : Society of Environmental Toxicology and Chemistry – Europe, 1996.
105. **Timișoara, Primaria.** *Studiu privind managementul deșeurilor în municipiul Timișoara și elaborarea Strategiei de gestionare a deșeurilor.* Timișoara : s.n., 2007.
106. **Berechet, M., Fischer, K.** Ecological evaluation of an optimised waste collection system. *Environmental Engineering and Management Journal.* 2015, Bd. vol. 14, nr. 6, pg. 1361-1369.
107. **Berechet, M.** Food Waste and Consumers Behaviour in Canteens and Households. *International Journal of Research in Social Sciences.* 2017, Vol. vol. 7, nr. 5, pg. 375-385.
108. **Berechet, M., Kranert, M. und Hafner, G.** Comparison of different treatment solutions for organic waste. *Scientific Bulletin of the Politehnica University of Timișoara, vol. 61 (75), Nr. 2, pg. 33-38,* 2016, Bd. 61 (75), 2, p. 33-38.
109. **Cord-Landwehr, K., Kranert, M. (editori).** *Einführung in die Abfallwirtschaft, ediția a 4-a.* Wiesbaden : Vieweg + Teubner, 2010.

## **LISTĂ ANEXE**

Anexa A1 Factorii determinanți pentru compoziția deșeurilor

Anexa A2 Treptele de preparare pentru treptele I și II

Anexa A3 Prepararea fracțiunilor grele

Anexa A4 Clasificarea deșeurilor în funcție de sursă

Anexa A5 Structura fracțiunii degradabile

Anexa A6 Structura fracțiunii din plastic

Anexa A7 Structura fracțiunii hârtie

Anexa A8 Materiale diverse

Anexa A9 Comparatie între pubela mixtă și pubela de resturi menajere

Anexa A10 Schema scenariului 0 cu valorificare energetică

Anexa A11 Schema scenariului 0 cu valorificare materială

Anexa A12 Scenariul 1 cu tratarea aerobă a pubelei umede

Anexa A13 Scenariul 1 cu tratarea anaerobă a pubelei umede

Anexa A14 Scenariul 1 cu tratarea pubelei umede în incinerator

Anexa A15 Extras din scenariul 0: valorificare energetică

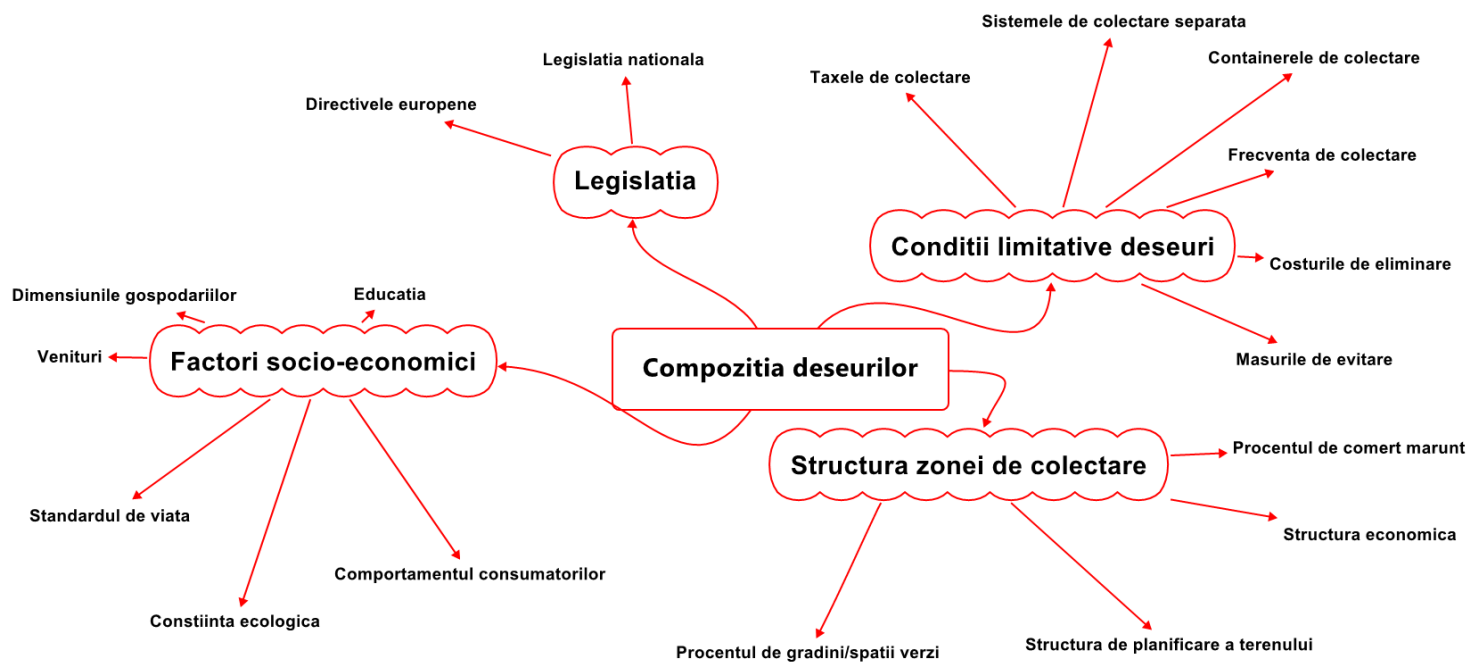
Anexa A16 Detaliu din scenariul 0: valorificare materială – procesul de incinerare al fracțiunii biodegradabile

Anexa A17 Extras din scenariul 0: valorificare materială

Anexa A18 Extras din scenariul 0: valorificare materială– Frațiunea „plastic”

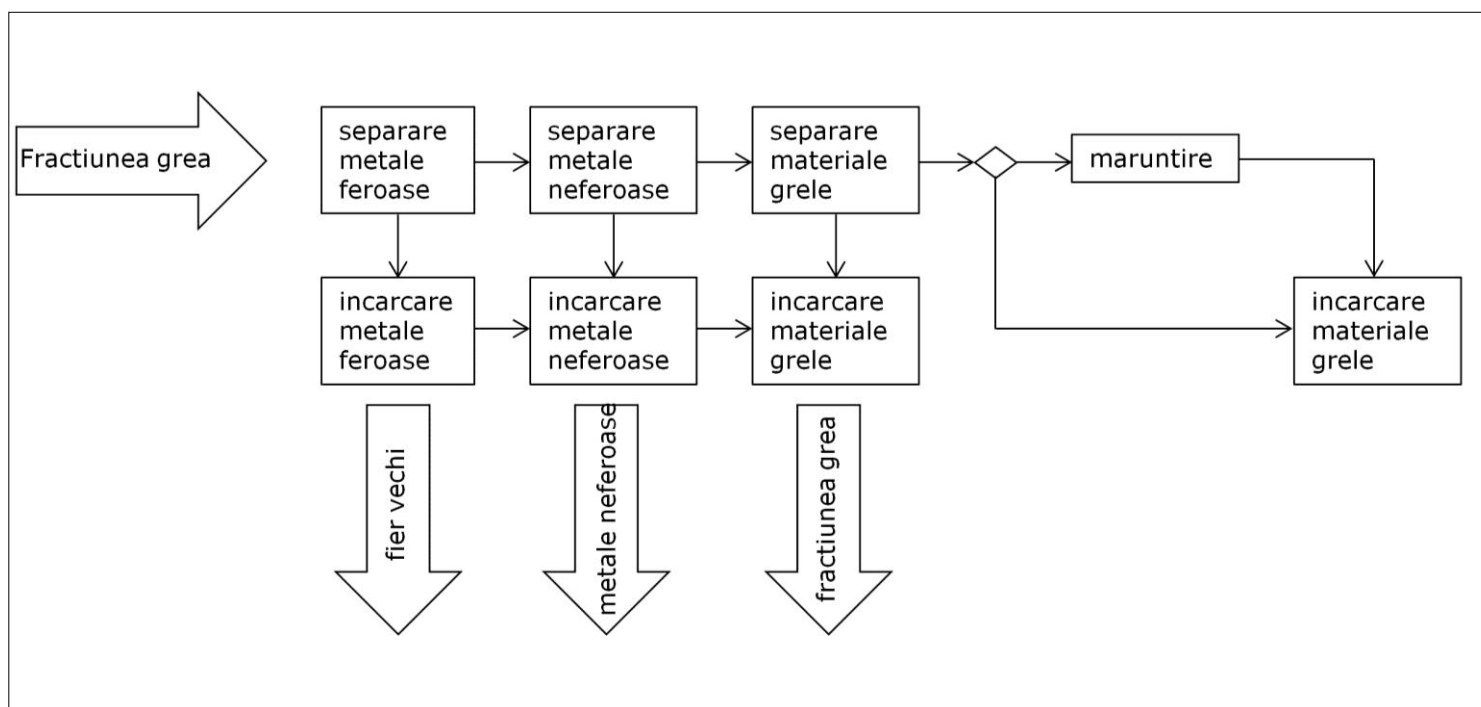
Anexa A19 Detaliu scenariu 0:valorificare materială – tratarea fracțiunii „plastic”

## Anexa A1 Factorii determinanți pentru compoziția deșeurilor

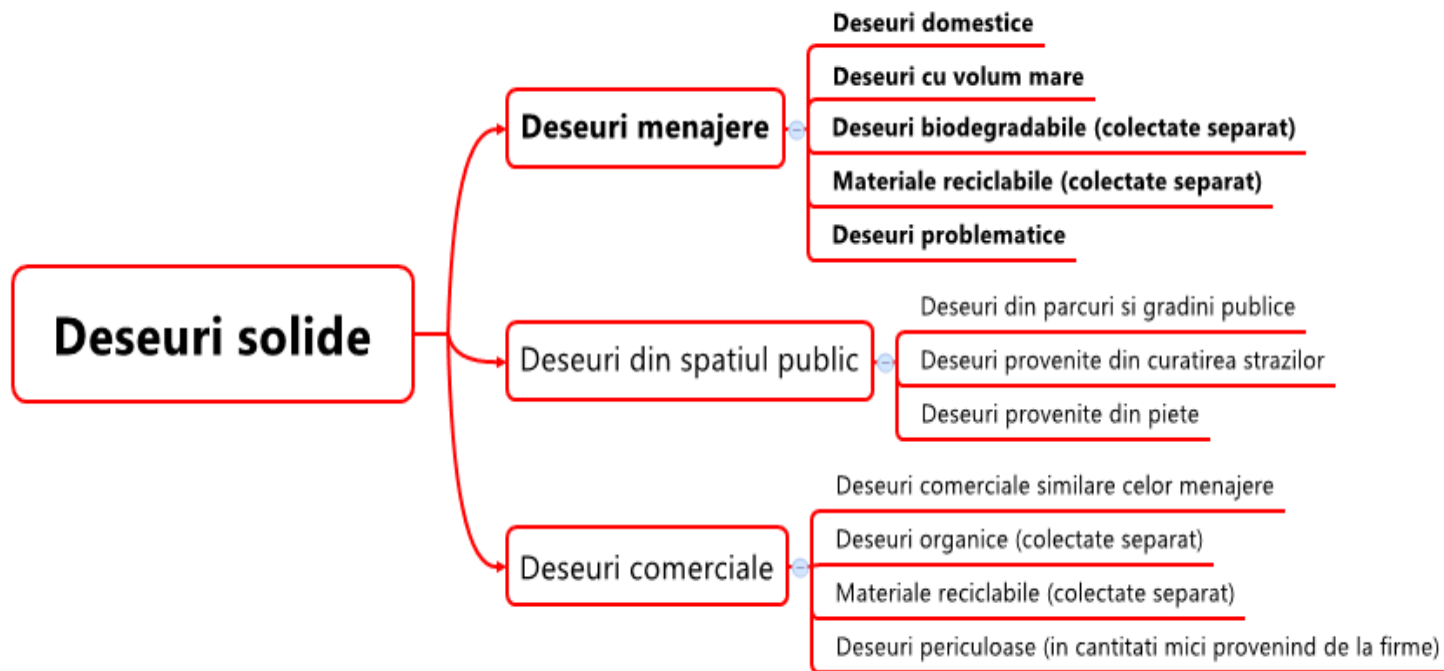




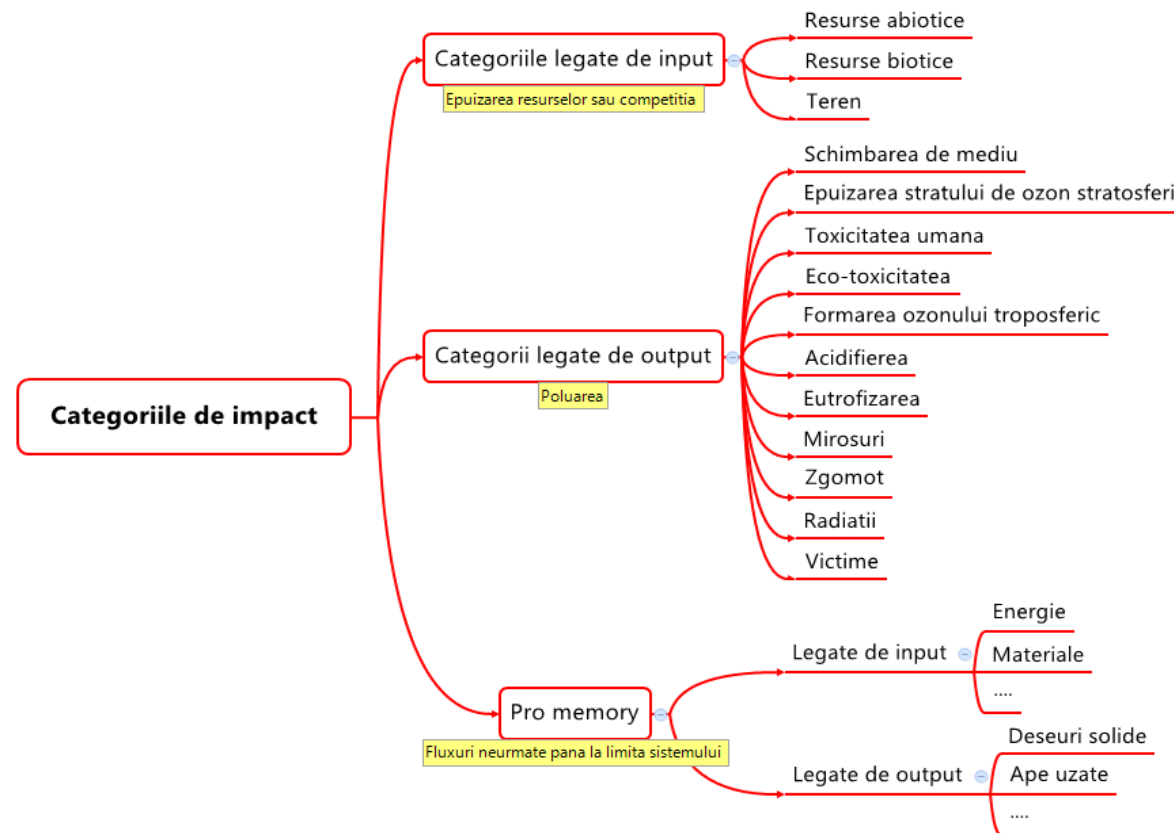
### Anexa A3 Prepararea fracțiunilor grele



Anexa A4 Clasificarea deșeurilor în funcție de sursă

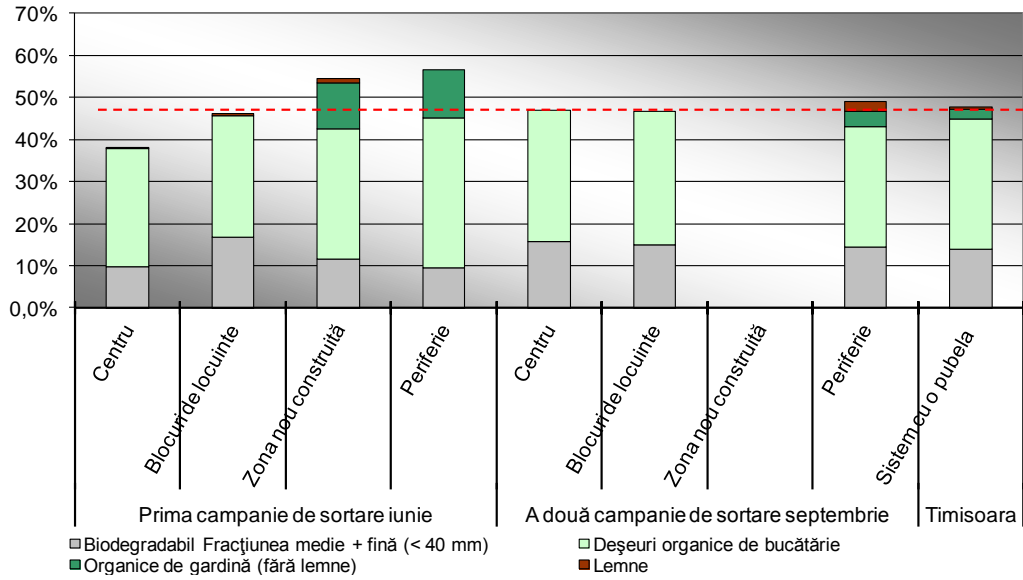


## Anexa A5 Categoriile impactului

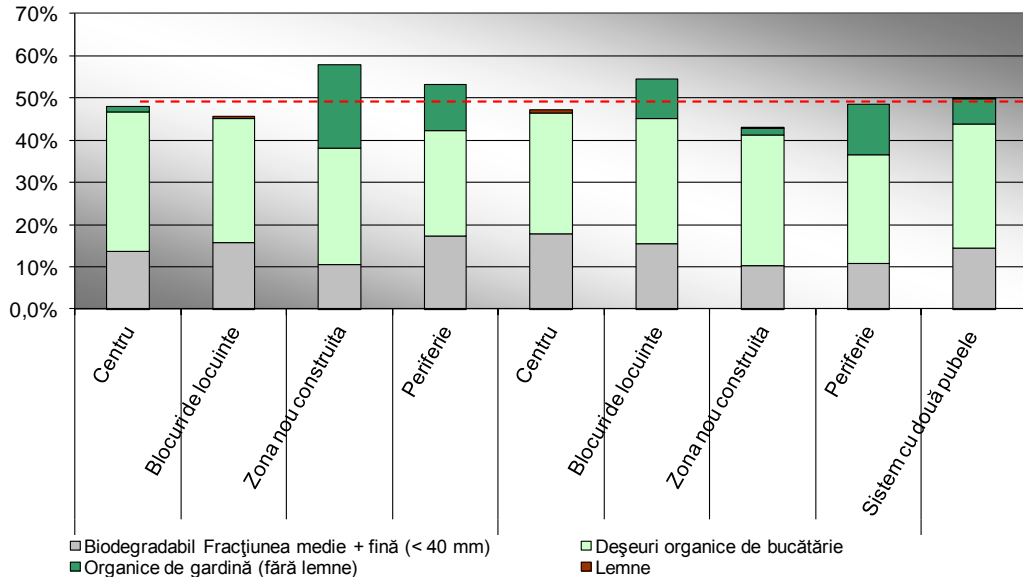


### Anexa A6 Structura fracțiunii degradabile

Sistemul cu o pubele: Fracriunea degradabilă [% de masă umedă]



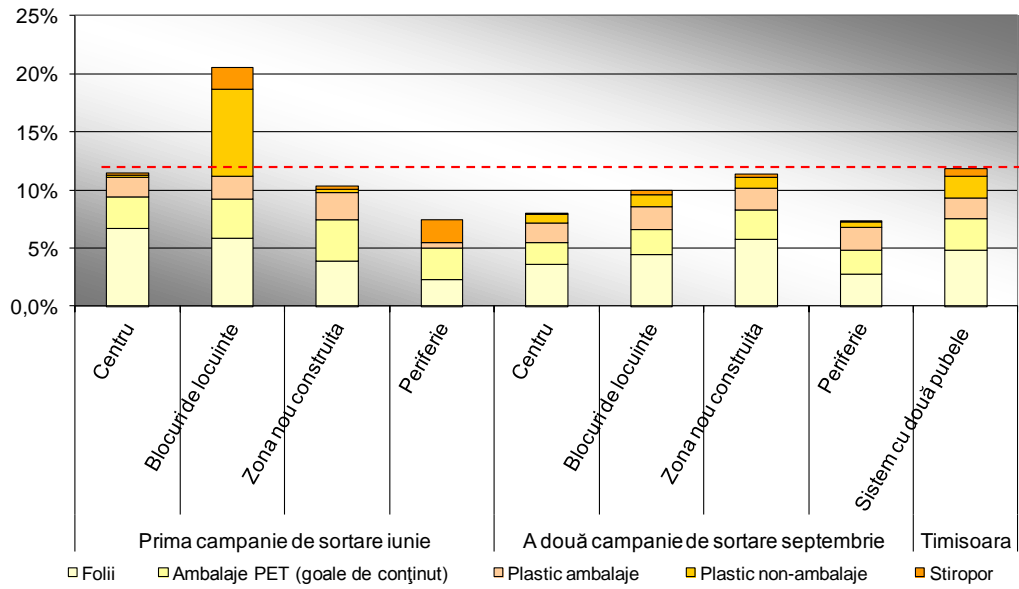
Sistemul cu 2 pubele: Fracriunea degradabilă [% de masă umedă]





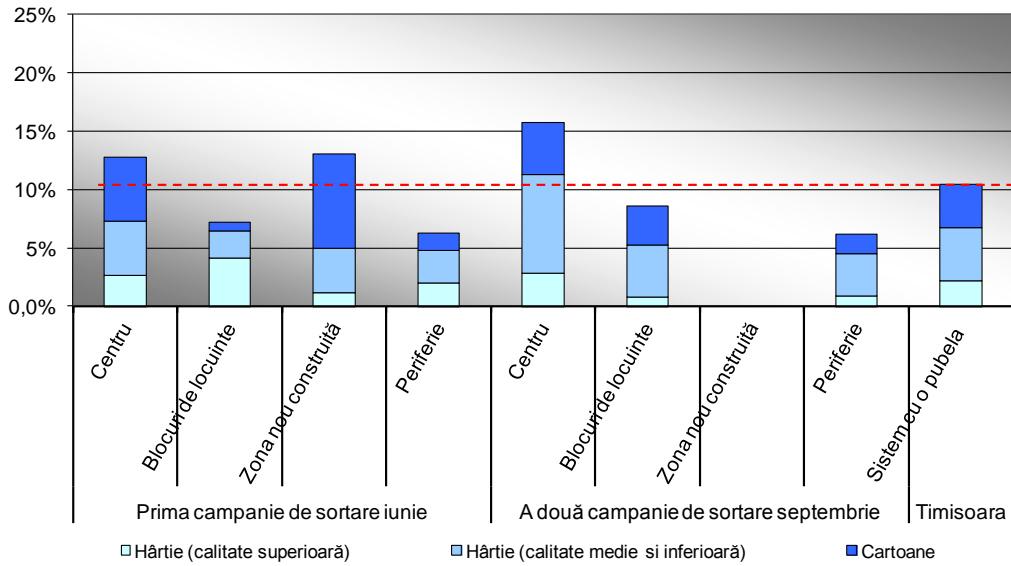
### Anexa A7 Structura fracțiunii din plastic

Sistemul cu două pubele: Plastic [% de masă umedă]

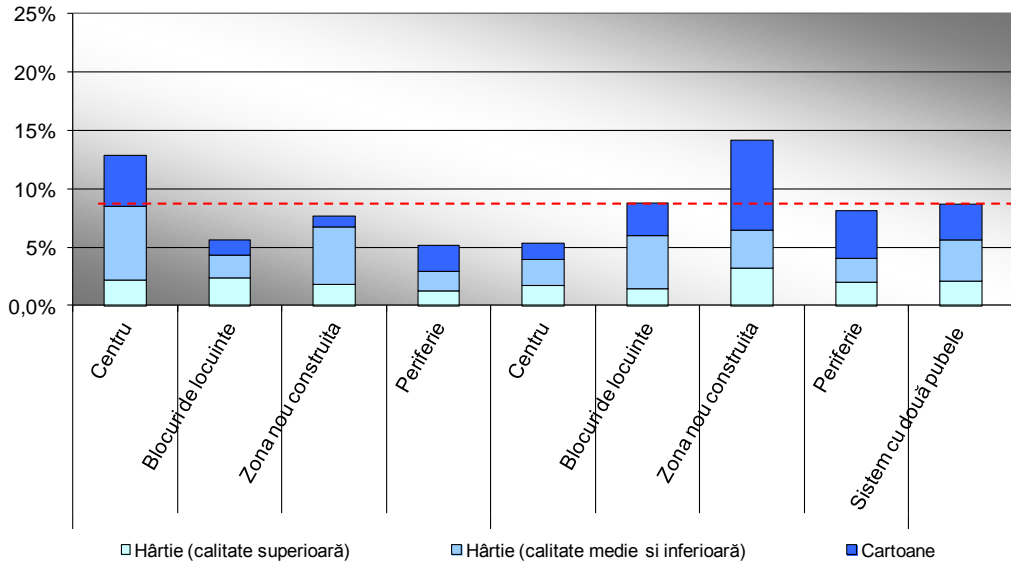


### Anexa A8 Structura fracțiunii hârtie

Sistemul cu o pubele: Hârtie [% de masă umedă]

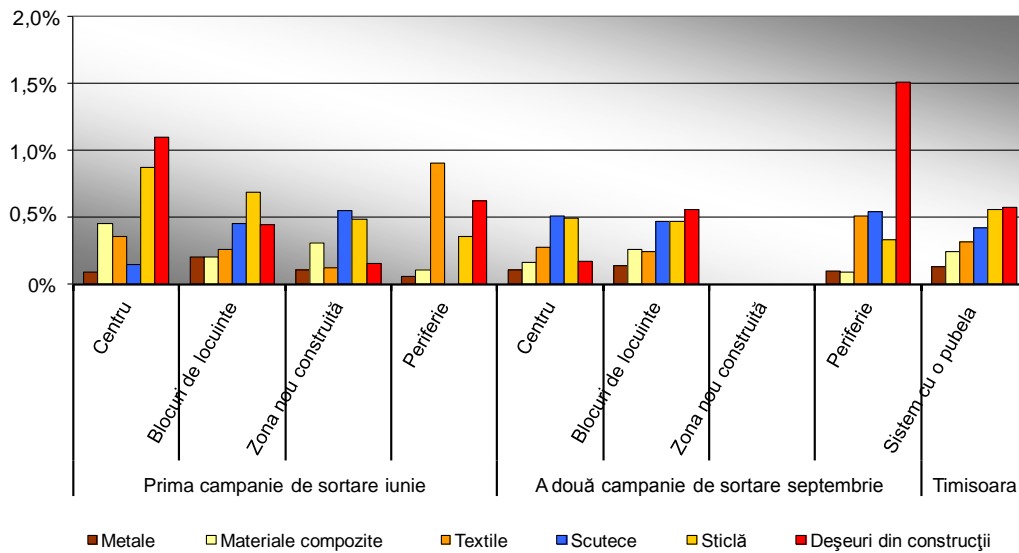


Sistemul cu 2 pubele: Hârtie [% de masă umedă]

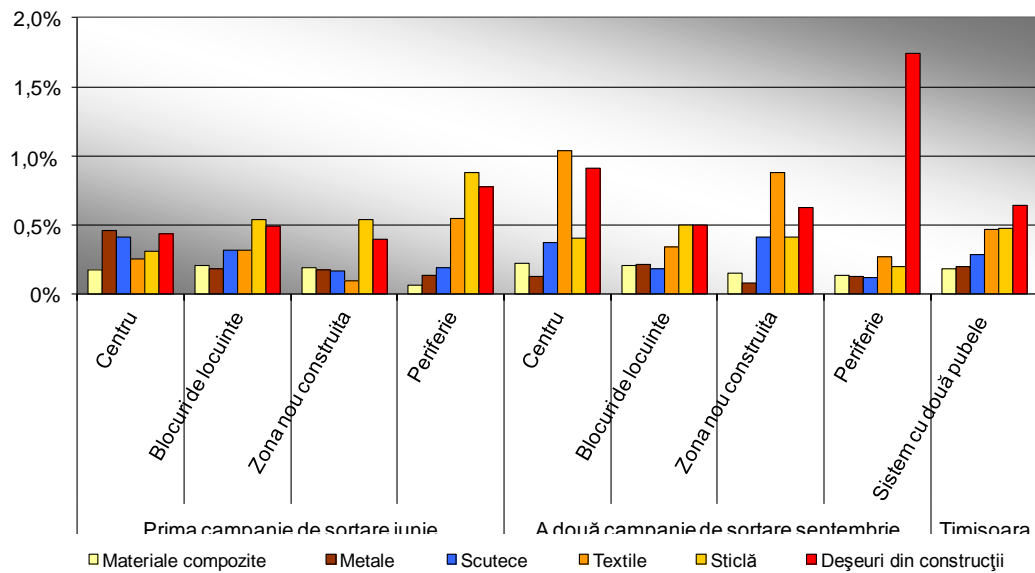


### Anexa A9 Materiale diverse

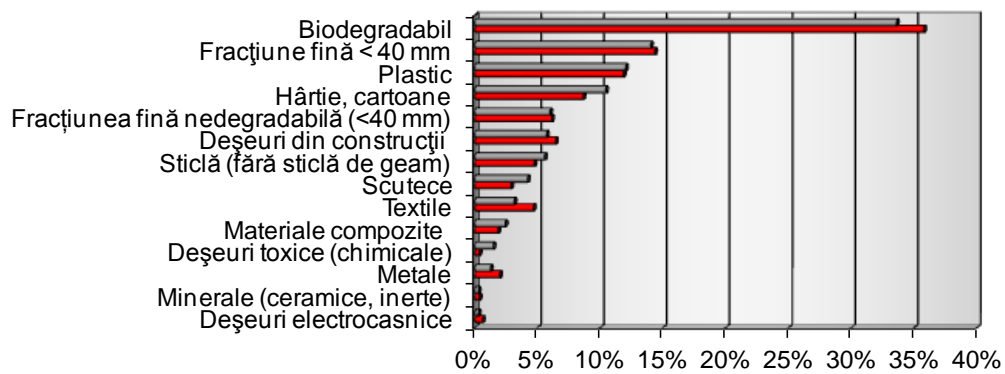
Sistemul cu o pubeală: Materiale diverse [% din masa umedă]



Sistemul cu 2 pubele: Materiale diverse [% de masă umedă]



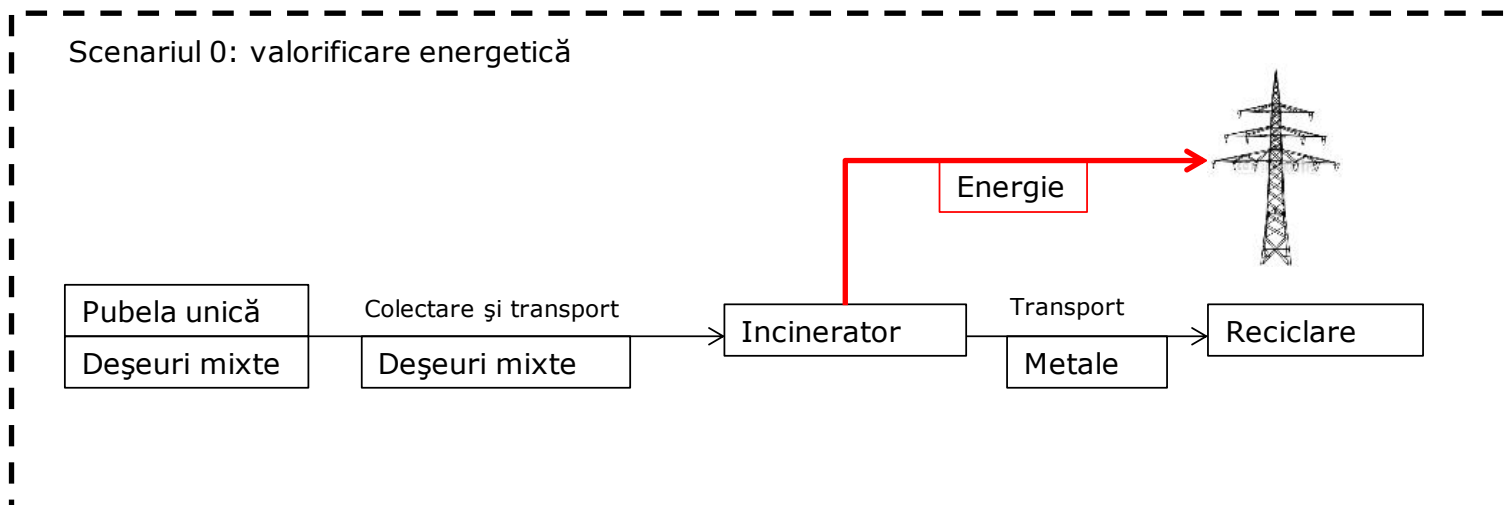
### Anexa A10 Comparație între pubela mixtă și pubela de resturi menajere



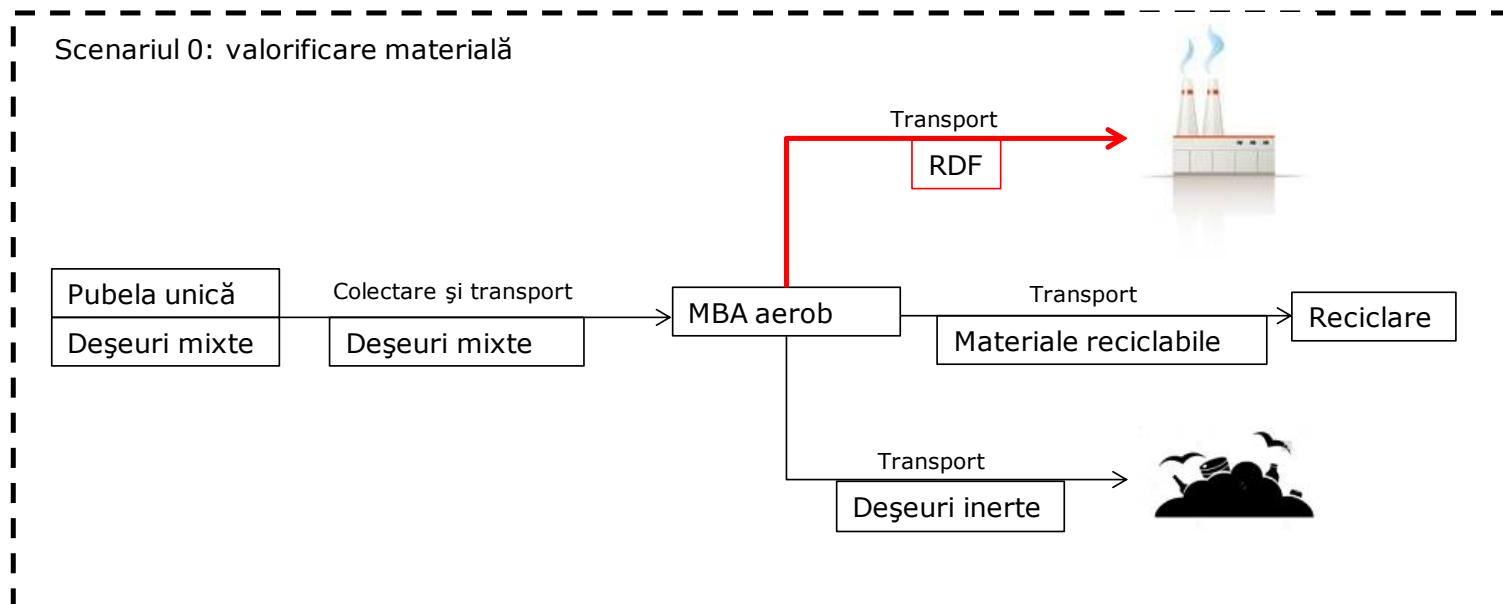
■ Sistemul cu o pubele: Pubela mixtă

■ Sistemul cu 2 pubele: Pubela de resturi menajere

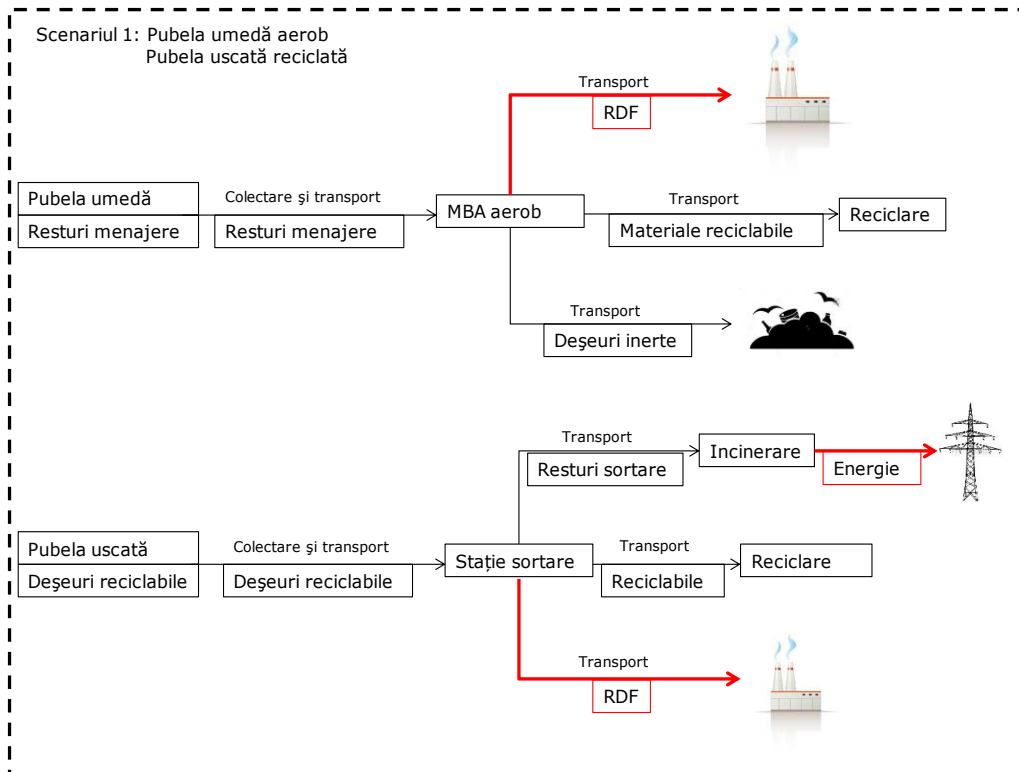
## Anexa A11 Schema scenariului 0 cu valorificare energetică



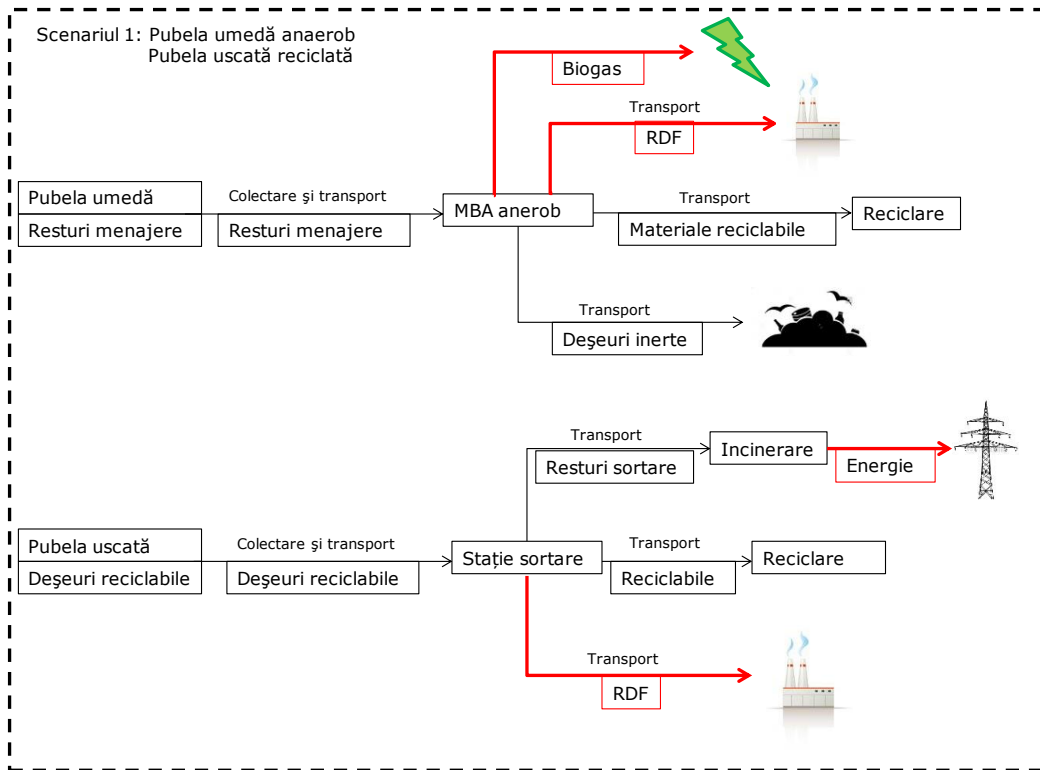
## Anexa A12 Schema scenariului 0 cu valorificare materială



### Anexa A13 Scenariul 1 cu tratarea aerobă a pubelei umede

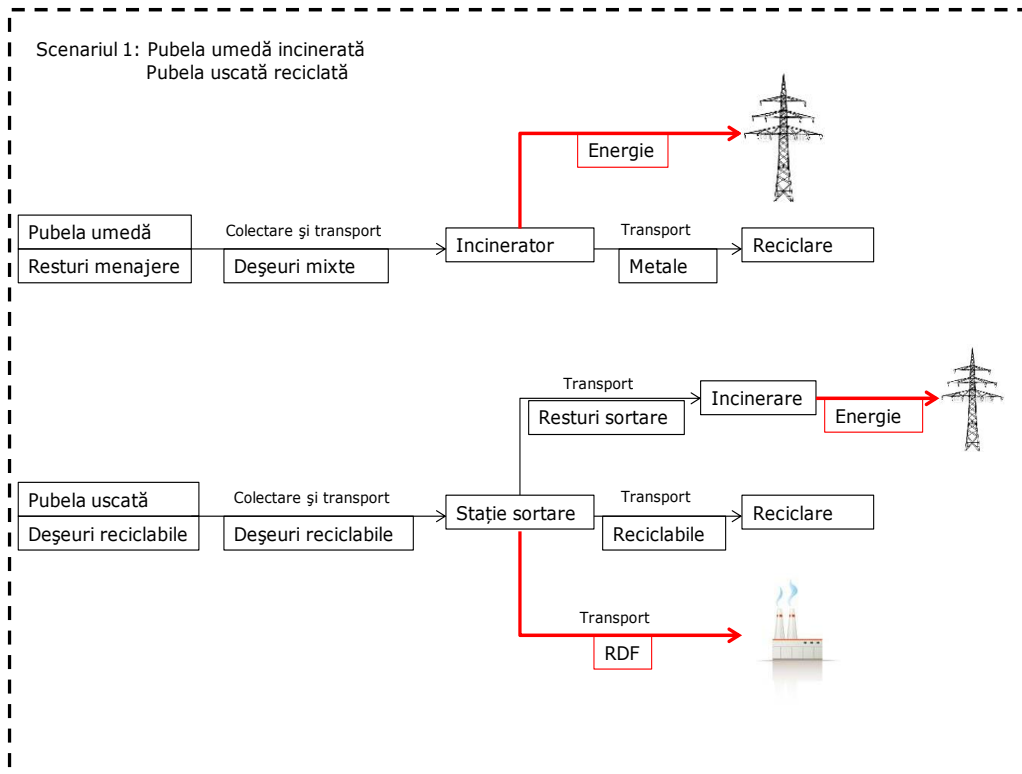


Anexa A14 Scenariul 1 cu tratarea anaerobă a pubelei umede

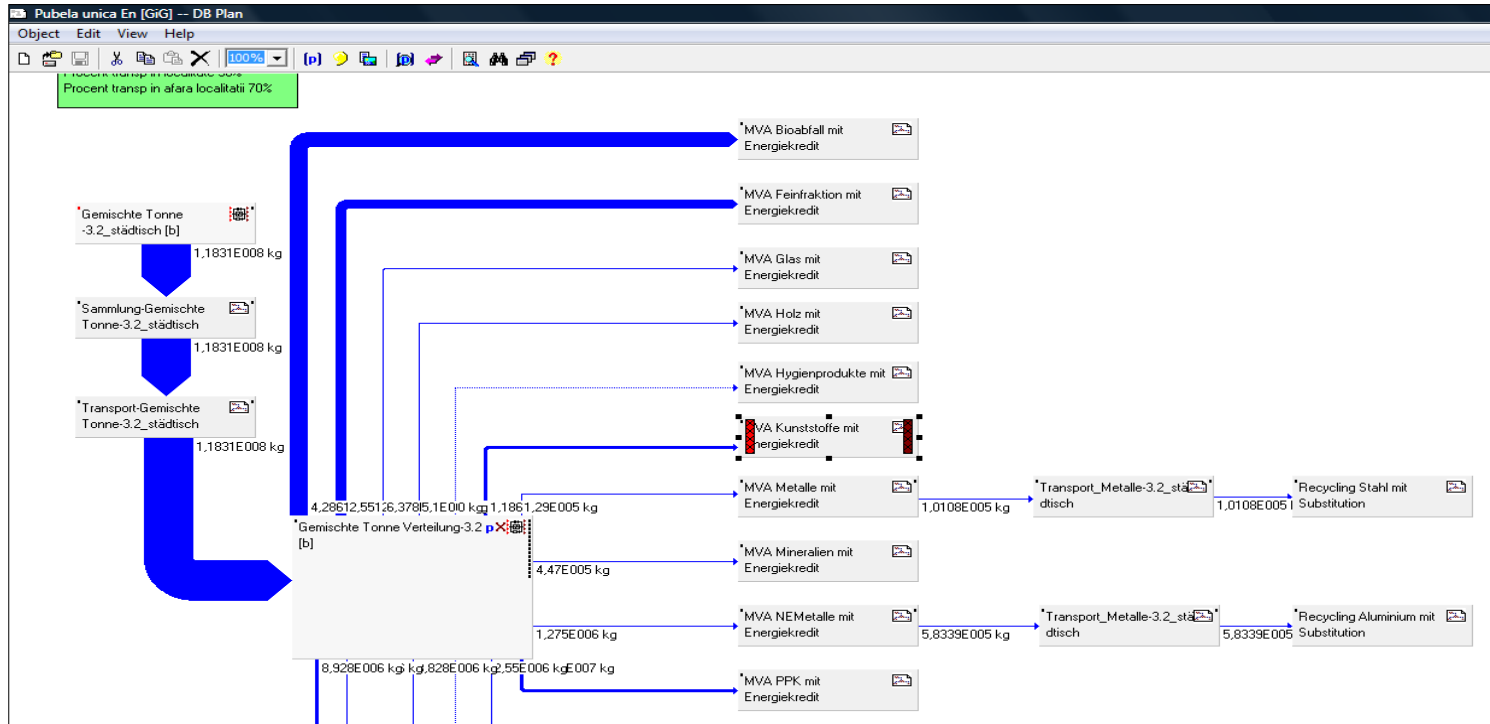




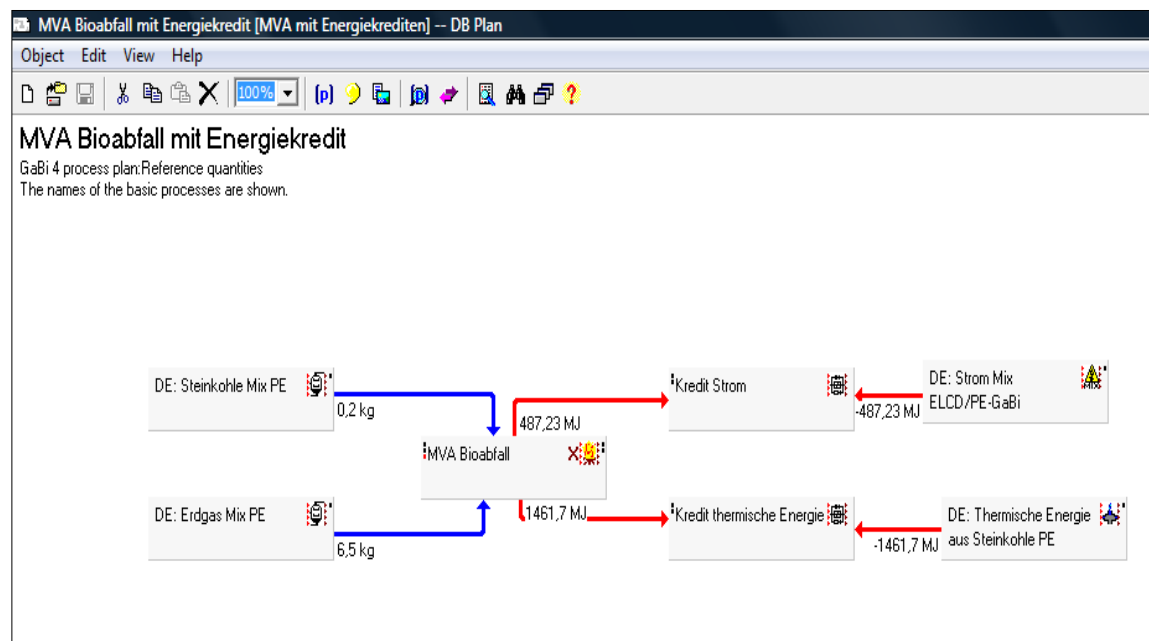
Anexa A15 Scenariul 1 cu tratarea pubelei umede în incinerator



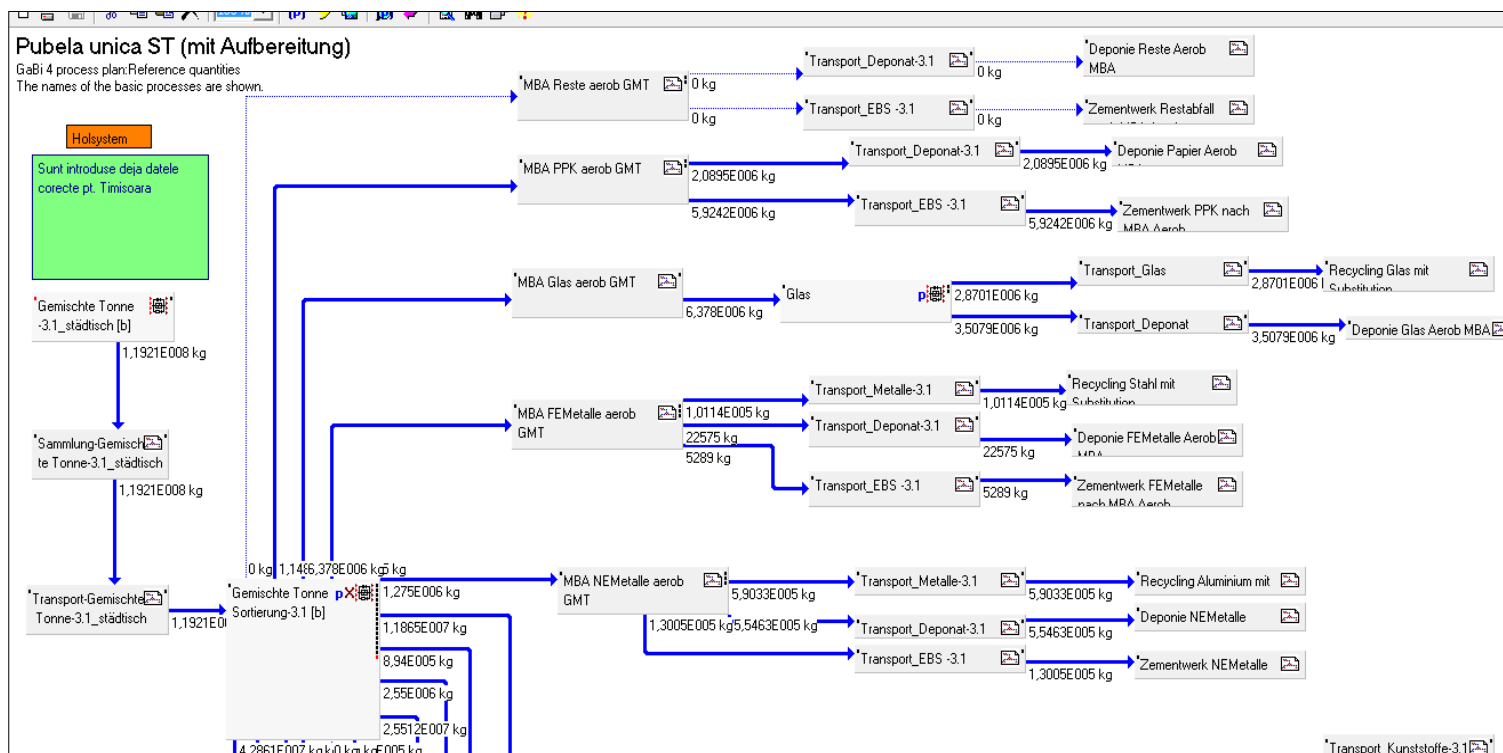
## Anexa A16 Extras din scenariul 0: valorificare energetică



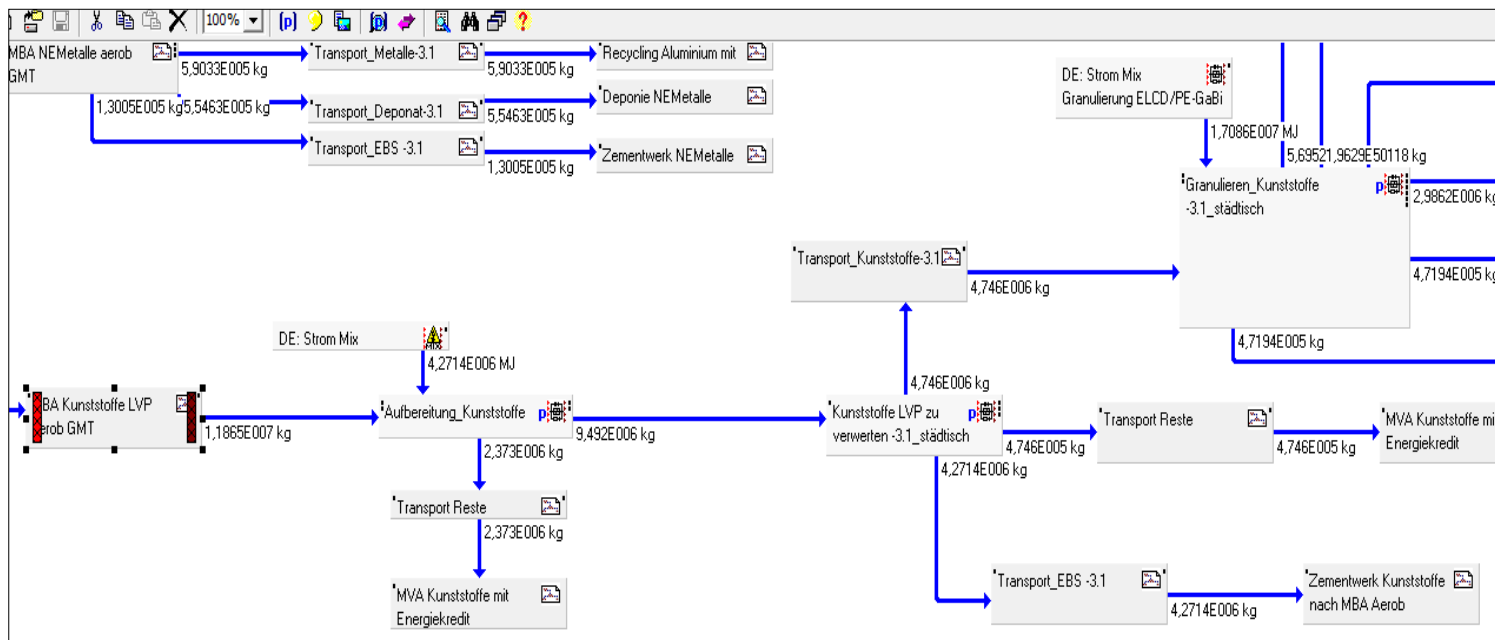
## Anexa A17 Detaliu din scenariul 0: valorificare materială – procesul de incinerare al fracțiunii biodegradabile



## Anexa A18 Extras din scenariul 0: valorificare materială



## Anexa A19 Extras din scenariul 0: valorificare materială- Frațiunea „plastic”



## Anexa A20 Detaliu scenariu 0: valorificare materială – tratarea fracțiunii „plastic”

