



UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” DIN IAȘI

FACULTATEA DE INGINERIE CHIMICĂ ȘI
PROTECȚIA MEDIULUI



DOMENIUL DE DOCTORAT
INGINERIA MEDIULUI

**EVALUAREA IMPACTULUI ȘI A RISCULUI DE MEDIU
LA PROCESELE DE COGENERARE ALE
DEȘEURILOR MENAJERE**

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

SAMAD M. KAZEMI

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

PROF. UNIV. DR. ING. MATEI MACOVEANU

IAȘI, 2012

UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IAȘI
RECTORATUL

Către

.....

.....

Vă facem cunoscut că în ziua de....., la....., în Sala de consiliu a Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată:

„EVALUAREA IMPACTULUI ȘI A RISCULUI DE MEDIU LA PROCESELE DE COGENERARE ALE DEȘEURILOR MENAJERE”,

elaborată de domnul psih. **KAZEMI M.SAMAD** în vederea conferirii titlului științific de doctor.

Comisia de doctorat este alcătuită din:

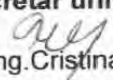
- | | |
|--|-----------------------|
| - prof.univ.dr.ing. MALUTAN TEODOR
Universitatea Tehnică "Gh.Asachi" din Iași | președinte |
| - prof.univ.dr.ing. MATEI MACOVEANU
Universitatea Tehnică "Gh.Asachi" din Iași | conducător științific |
| - prof.univ.em.dr.chim. MIHAILA GHEORGHE
Universitatea „Al.I.Cuza” Iași | membru |
| - conf.univ.dr.chim. DUMITRU BULGARIU
Universitatea „Al.I.Cuza” Iași | membru |
| - conf.univ.dr.ing. VOLF IRINA
Universitatea Tehnică "Gh.Asachi" din Iași | membru |

Vă trimitem rezumatul tezei de doctorat cu rugămintea de a ne comunica, în scris, aprecierile dumneavoastră.

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


RECTOR,
Prof.univ.dr.ing. **ION GIURMA**



Secretar universitate,

Ing. Cristina Nagit

Mulțumiri

*Cu gratitudine și respect îmi îndrept gândul către **Domnul Profesor Universitar Doctor Inginer MATEI MACOVEANU** conducătorul științific al tezei de doctorat, pentru întregul efort depus în coordonarea etapelor lucrării și pentru răbdarea plină de înțelepciune cu care a urmărit și îndrumat elaborarea acestei forme finale.*

Cele mai sincere sentimente de gratitudine adresez întregului colectiv al Catedrei de Ingineria și Managementul Mediului din cadrul Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului a Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” Iași.

Alese gânduri de mulțumire sunt adresate onoraților membri ai Comisiei de doctorat, precum și tuturor specialiștilor ce au alocat o parte din timpul și efortul domniilor lor, pentru a parcurge și evalua conținutul acestei lucrări.

În final, dar nu în cele din urmă aș dori să exprim recunoștință și mulțumire soției și fiului pentru susținerea, înțelegerea și încurajarea pe care mi-au acordat-o pe parcursul acestor ani de studiu.

Vă mulțumesc!

Iași, Octombrie 2012

CUPRINS

INTRODUCERE.....	7
------------------	---

Partea I – Studiu de literatură

CAP. I. NECESITĂȚI ENERGETICE

1. Perspective ale cererii de energie.....	12
2. Istoricul și previziunile consumului primar de energie.....	13
3. Consumul final.....	14
4. Rezervele de energie.....	15
4.1. Echivalenți ai TEP.....	17
5. Criterii și principii care stau la baza reglementărilor de mediu.....	18
5.1. Evoluția reglementărilor din domeniul mediului.....	20
5.2. Evoluția legislației de mediu în România.....	21
5.3. Ingineria mediului – o noua profesie.....	22

CAP. II. NECESITATEA ȘI OPORTUNITATEA CERCETĂRII

1. Necesitatea cercetării.....	23
1.1. Scurta prezentare privind situația existentă.....	23
1.2. Tabelele, hărți, grafice, planșe desenate, fotografii, etc.....	25
1.2.1. Principiile care stau la baza activităților de gestionarea deșeurilor.....	25
1.2.2. Opțiunile de gestionarea deșeurilor.....	26
1.2.3. Eliminarea deșeurilor.....	28
1.3. Deficiențele majore ale situației actuale privind necesarul de dezvoltare a zonei.....	29
1.3.1. Prognoza pe termen mediu și lung.....	29
2. Oportunitatea cercetării.....	29
2.1. Încadrarea obiectivului în politicile de investiții generale.....	29
2.2. Actele legislative care reglementează domeniul cercetării.....	30
2.3. Acorduri internaționale ale statului care obligă partea română la acest studiu.....	30
3. Scenarii tehnico-economice prin care obiectivele cercetării pot fi atinse.....	31
3.1. Incinerarea deșeurilor.....	33
3.1.1. Preluarea deșeurilor.....	35
3.1.2. Stocarea temporară, prelucrarea.....	35
3.1.3. Alimentarea cu deșeuri în camera de incinerare.....	37
3.1.4. Incinerarea propriu-zisă.....	38
3.1.5. Procesul de incinerare la instalațiile cu grătar.....	38
3.1.6. Procesul de incinerare la instalațiile cu cuptor rotativ.....	40
3.1.7. Tratarea, respectiv eliminarea cenușii reziduale.....	41
3.1.8. Descompunerea termică a hidrocarburilor.....	42
3.1.9. Tratarea și valorificarea altor emisii.....	48
3.1.10. Epurarea gazelor reziduale.....	49
3.2. Piroliza și gazeificarea deșeurilor.....	50
3.2.1. Piroliza.....	50
3.2.2. Gazeificarea.....	54

3.2.3.	Avantaje și dezavantaje.....	55
3.2.3.1.	Avantajele pirolizei.....	55
3.2.3.2.	Dezavantajele pirolizei.....	55
3.2.3.3.	Avantajele gazeificării.....	55
3.2.3.4.	Dezavantajele gazeificării.....	56
4.	Tehnologiile și soluțiile existente.....	57
4.1.	Pretratarea.....	57
4.2.	Procesul principal.....	58
4.2.1.	Gazeificatoare cu pat fluidizat.....	58
4.2.2.	Gazeificatoare cu pat sau grătar fixat (nefluidizat).....	59
4.2.3.	Pirolizarea cu cuptoare rotative.....	59
4.2.4.	Pirolizoare cu tuburi încălzite.....	60
4.2.5.	Pirolizoare rapide.....	60
4.3.	Utilizarea gazului de sinteza.....	60

Partea a II a – Contribuții personale

CAP. I. INSTALAȚIA DE COGENERARE DIN DEȘEURI SOLIDE MENAJERE, ÎN COMUNA MIROSLAVA, JUDEȚUL IAȘI

1.	Date privind amplasamentul și terenul.....	65
1.1.	Situația juridică privind proprietatea asupra terenului.....	65
1.2.	Suprafața estimată a terenului.....	65
1.3.	Caracteristicile geofizice ale terenului.....	65
1.3.1.	Zona seismică de calcul și perioada de colți.....	65
1.3.2.	Date preliminare asupra naturii terenului.....	65
1.3.3.	Nivelul maxim al apelor freatice.....	66
1.4.	Date climatice ale zonei în care este amplasamentul.....	66
1.4.1.	Emisii totale anuale de gaze cu efect de seră.....	68
2.	Analiza financiară a soluției propuse.....	69
2.1.	Date de intrare.....	70
2.2.	Costuri de exploatare.....	71
2.3.	Alte date de intrare.....	71
2.4.	Variante analizate.....	72
2.5.	Rezultatele analizei.....	72
	Concluzii.....	72

CAP. II. PROCESUL TEHNOLOGIC

1.	Prezentarea uzinei producătoare de curent și caldură din deșeuri.....	76
1.1.	Pregătirea masei de ardere.....	76
1.1.1.	Etapele procesului tehnologic.....	76
1.1.2.	Descrierea procesului.....	77
1.2.	Eșaparea.....	78
1.2.1.	Încărcarea.....	78
1.2.2.	Eșaparea-Procedeu de ardere.....	78
1.2.3.	Scriere și mod de lucru, avantaje.....	79

1.2.4.	Filtrarea prafului și gudronului.....	81
1.2.5.	Instalație pentru desulfurare, respectiv filtru fin.....	81
1.2.6.	Instalația de curățarea apei.....	82
1.2.7.	Cenușa.....	82
1.2.8.	Resturile din filtre.....	82
1.2.9.	Condensul.....	82
1.3.	Producerea energiei electrice utilizând motorul cu gaz și un generator.....	83
1.3.1.	Producerea energiei termice.....	83
1.4.	Tehnica de măsurare și SPS.....	83
1.5.	Dotare, Planificare.....	84
1.6.	Amplasarea tehnicii pe terenul uzinei din Bei K.....	84
1.6.1.	Terenul uzinei.....	85
1.6.2.	Hala pentru pregătirea deșeurilor.....	85
1.6.3.	Instalația de eșapare.....	86
1.6.4.	Hala BHKW.....	87
	Concluzii.....	87

CAP. III. EVALUAREA IMPACTULUI RESURSELOR DE ENERGIE ALTERNATIVĂ PRIN METODA CICLULUI DE VIAȚĂ

1.	Sistemul Integrat de Management al deșeurilor.....	88
2.	Evaluarea Ciclului de Viață.....	89
2.1.	Metodologia studiului ECV.....	92
2.2.	Limitele sistemului.....	93
3.	Compoziția deșeurilor.....	94
3.1.	Colectarea și transportul deșeurilor.....	95
3.2.	Sortarea și reciclarea.....	96
3.3.	Compostarea.....	98
3.3.1.	Compostarea aerobă.....	98
3.3.2.	Digestia anaerobă.....	100
4.	Incinerarea.....	101
4.1.	Încercări rezultate din incinerare, specifice diferitelor tipuri de deșeuri.....	104
4.2.	Fluxurile elementelor chimice în lungul procesului de incinerare al DSM-urilor.....	105
5.	Evaluarea impactului.....	106
5.1.	Interpretarea.....	109
5.2.	Rezultate.....	109
	Concluzii.....	144

CAP. IV. EVALUAREA RISCULUI DE MEDIU LA PROCESELE DE COGENERARE ALE DEȘEURILOR SOLIDE MUNICIPALE

1.	Introducere.....	152
2.	Experiment.....	153
2.1.	Sistemul evaluat.....	153
2.2.	Elaborarea scenariilor.....	154
3.	Analiza riscurilor.....	155
3.1.	Metoda descriptivă.....	155
3.1.1.	Termenii și principiile de lucru.....	155
3.1.2.	Riscul și nivelurile de impact.....	158

3.2.	Rezultate.....	166
4.	Managementul deșeurilor.....	170
	Concluzii.....	172
	Concluzii generale.....	173
	Valorificarea rezultatelor cercetării.....	175
	Bibliografie.....	177
	Anexe.....	182

INTRODUCERE

Deșeurile sunt în general definite drept ceva ce nu mai este dorit sau util: ele reprezintă ceea ce a rămas după ce componentele lor valoroase și utile au fost îndepărtate (Cambridge English Dictionary, 2010). Astăzi societatea globală conștientizând problemele mediului recunoaște că generarea de deșeuri este contraproductivă pentru atingerea unei societăți durabile. Din ce în ce mai mult, deșeurile sunt luate în considerare nu ca un rezultat final al consumului produselor, ci drept o resursă care poate fi exploatată pentru recuperarea materialelor și energiei, reprezentând de fapt singura resursă care crește.

Principiile generale ale unui bun management al deșeurilor sunt subliniate în Directiva Cadru privind Managementul deșeurilor (EC, 2008/98). Directiva stabilește o ierarhie simplă din cinci trepte ca prioritate legală obligatorie pentru statele membre, în domeniul managementului deșeurilor. Ierarhia deșeurilor declară clar faptul că trebuie pus accentul pe reducerea cantității de deșeuri produse, apoi recuperarea și reciclarea deșeurilor, în cea mai mare măsură posibilă. Deșeurile care nu pot fi reciclate trebuie apoi, utilizate pentru recuperarea energiei prin incinerare sau producția de biogaz. În final, opțiunea cea mai puțin dezirabilă este incinerarea sau depozitarea fără recuperarea de energie.

Directiva privind incinerarea deșeurilor (EC, 2000/76) prezintă însă numai una dintre tehnologiile disponibile incluse în secțiunea operațiilor de recuperare a ierarhiei deșeurilor. În această privință ierarhia deșeurilor este insuficientă ca instrument de ghidare a strategiilor de management a deșeurilor deoarece, ea nu încurajează investigațiile amănunțite și comparațiile tehnologiilor alternative. În unele cazuri tehnologiile alternative pot oferi beneficii de mediu mai mari decât incinerarea. Directiva cadru a deșeurilor indică însă că unele forme de evaluare a impactului trebuie efectuate în conjuncție cu ierarhia deșeurilor: *“când aplică ierarhia deșeurilor Statele Membre trebuie să ia măsuri să încurajeze opțiunile care oferă cel mai bun rezultat pentru mediu”* (Parlamentul și Consiliul Europei, 2008, Articolul 4, paragraful 2).

Agenția Europeană de Mediu declară: *„Recuperarea într-o măsură din ce în ce mai mare a deșeurilor și deturnarea acestora de la depozitare joacă un rol cheie în abordarea impactului de mediu determinat de creșterea volumului de deșeuri. Deoarece reciclarea și incinerarea cu recuperarea energiei sunt din ce în ce mai utilizate, ne așteptăm ca emisiile nete de gaze cu efect de seră provenite din deșeurile municipale să scadă considerabil până în anul 2020”* (EEA, 2008).

Directiva cadru privind deșeurile permite ca incineratoarele de deșeuri să fie luate în considerare ca operații de recuperare în cazul în care contribuie la generarea energiei cu mare eficiență pentru a promova utilizarea eficientă a deșeurilor în incineratoare și a încuraja inovația în incinerarea deșeurilor.

Luând în considerare faptul că nu toate deșeurile municipale sunt corespunzătoare pentru reciclare, deșeurile care pot fi ușor separate la sursă trebuie să fie reciclate. Deșeurile reziduale rămase trebuie transformate în energie, în instalații corespunzătoare și curate, în loc de a fi îngropate în depozite de deșeuri.

Țările care și-au redus cu succes dependența pentru depozitarea deșeurilor (atingând 1% și chiar sub acest procent) au și cele mai mari rate de reciclare din Europa și au realizat acest management în combinație cu instalațiile de incinerare a deșeurilor pentru obținerea energiei (Germania, Austria, Suedia și Olanda), reprezentând dovada faptului că reciclarea și energia din deșeurile ce nu pot fi reciclate corespunzător se completează pentru a deturna deșeurile de la depozitare.

În România, nu au fost făcuți deocamdată nici un pas pentru a urca în ierarhia deșeurilor pe o treaptă superioară depozitării. Transformarea depozitelor necontrolate în depozite controlate conform cerințelor UE a necesitat eforturi financiare serioase. Deși aceste depozite dispun de instalații de colectare a biogazului, acesta nu este deocamdată utilizat pentru recuperarea energiei deoarece cantitățile de biogaz produse sunt mici, majoritatea depozitelor fiind puse în funcțiune de câțiva ani, cum este și cel de la Țuțora pentru Municipiul Iași (2009).

Teza de doctorat cu titlul „**Evaluarea impactului și a riscului de mediu la procesele de cogenerare ale deșeurilor menajere**” a abordat tocmai o astfel de problemă.

Scopul tezei de doctorat l-a constituit studiul privind implementarea în județul Iași a unui proces tehnologic de gazeificare a deșeurilor solide municipale (DSM) în 2 trepte: gazeificare și oxidare la temperatură înaltă, după care gazul combustibil rezultat să fie folosit la generarea de energie electrică și termică.

În acest scop s-au urmărit obiectivele:

- Studii privind implementarea procesului tehnologic de cogenerare prin valorificarea deșeurilor solide municipale;
- Evaluarea impactului asupra mediului prin metoda analizei ciclului de viață la cogenerarea deșeurilor solide municipale;
- Evaluarea impactului și a riscului de mediu la procesele de cogenerare ale deșeurilor solide municipale.

Teza de doctorat are o extindere de 187 de pagini, din care contribuțiile originale reprezintă cca. 66 % și este organizată în două părți, cuprinzând 6 capitole, precedate de o introducere și urmate de concluzii și bibliografie.

Rezultatele cercetărilor bibliografice (88 trimiteri) și cele proprii sunt evidențiate clar în teza de doctorat și sunt însoțite de 70 figuri și 50 tabele.

În primele două capitole cu un caracter documentar, se prezintă aspecte specifice privind abordarea deșeurilor solide municipale (DSM) ca o resursă relativ sigură și stabilă ale cărei avantaje trebuie să le utilizăm prin promovarea altor opțiuni de tratare (în nici un caz depozitare), așa cum este și opțiunea utilizării deșeurilor solide municipale ca sursă alternativă de energie.

În următoarele patru capitole sunt prezentate și discutate rezultatele care reprezintă contribuția originală privind evaluarea impactului și a riscului de mediu la procesele de cogenerare ale deșeurilor solide menajere.

În primul capitol din partea de cercetare originală este prezentată și analizată instalația de cogenerare a deșeurilor solide menajere din comuna Miroslava, județul Iași, care este proiectată și urmează a fi implementată pe baza finanțării printr-un proiect european.

În cel de al doilea capitol este analizat procesul tehnologic prin care urmează să fie recuperată energia generată prin incinerarea deșeurilor solide menajere.

În continuare, la capitolul 3, este evaluat impactul asupra mediului, a deșeurilor solide municipale ca resurse de energie alternative folosind în acest scop metoda evaluării ciclului de viață.

Evaluarea Ciclului de Viață (ECV) reprezintă un instrument al managementului de mediu care poate ajuta factorii de decizie în evaluarea diferitelor strategii disponibile și alegerea variantei optime din punct de vedere al protecției mediului. În felul acesta ECV poate contribui, cel puțin parțial, la realizarea demersului către o dezvoltare durabilă, demers care necesită și abordarea problemelor economice și sociale pentru care sunt disponibile alte instrumente de evaluare.

În cadrul tezei de doctorat metodologia ECV a fost utilizată pentru evaluarea diferitelor alternative care pot fi implementate pentru a atinge țintele prevăzute în următoarele directive: *Directiva Cadru privind Managementul Deșeurilor (EC, 2008/98)*, *Directiva privind Depozitarea Deșeurilor (EC, 1999/31)*, *Directiva privind Incinerarea (EC, 2000/76)*, *Directiva privind ambalajele și deșeurile de ambalaje (EC, 1994/62)*.

Softul utilizat pentru modelarea scenariilor de management a deșeurilor în județul Iași și realizarea studiului ECV este **SimaPro varianta 7.3.2 (Prè Consultants, 2011)**, pe baza licenței obținute de către *Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului din cadrul Universității Tehnice „Gh. Asachi” Iași*.

Scopul studiului ECV realizat în cadrul tezei de doctorat l-a constituit analiza evoluției impactului asupra mediului al sistemului de management al DSM din județul Iași în perioada 2011-2038, prin compararea unor scenarii evolutive care iau în considerare creșterea cantităților de deșeuri colectate și valorificate prin reciclare și compostare precum și scenarii alternative de tratare a deșeurilor prin trecerea de la depozitarea controlată la valorificarea energiei acestora prin incinerare.

Studiul ECV realizat a utilizat cinci dintre cele mai consacrate metodologii de evaluare a impactului prin analiza ciclului de viață și anume Eco Indicator 99, EDIP 2003, ReCiPe, EPS 2000 și CML 2001.

Unitatea funcțională a studiului folosită a fost fie o tonă de deșeuri pentru comparațiile unitare, fie cantitatea totală de DSM generată în anul scenariului în Municipiul Iași și preluată în cadrul sistemului de management al acestor deșeuri.

Proгноza cantităților de DSM generate în municipiul Iași precum și a compoziției acestora a fost preluată din Master Planul pentru managementul deșeurilor în județul Iași –Asistența tehnică pentru pregătirea Portofoliului de proiecte sector deșeuri 2.

Majoritatea scenariilor considerate în evaluarea realizată sunt prospective reprezentând evoluția preconizată a managementului deșeurilor în Județul Iași în perioada 2011-2038, sunt folosite însă și câteva scenarii alternative.

Ca punct de start (scenariul 0) este abordată situația prezentă retrospectiv (scenariu de monitorizare), de la care s-a plecat de la nivelul anului 2011 (depozitare conformă în depozitul de deșeuri Țuțora al municipiului Iași):

Scenariu 1 prezintă situația preconizată la nivelul anului 2013 (nu sunt prevăzute modificări majore în managementul deșeurilor față de situația prezentă analizată);

În scenariu 2 (2018) este preconizată trecerea de la depozitare la incinerare. Se consideră că perioada dintre anii 2013-2018 este suficientă pentru construcția și punerea în funcțiune a stației de incinerare. Ca alternative, scenariul 2a propune depozitarea în continuare ca și până în prezent fără utilizarea sau incinerarea biogazului rezultat, 2b depozitarea cu incinerarea biogazului de depozit, scenariul 2c situația în care deșeurile ar fi incinerate cu creditarea energiei rezultate (metoda 2), iar scenariul 2d depozitare cu incinerare biogaz și creditarea energiei rezultate (metoda 2);

Scenariile 3-4 prezintă situațiile preconizate pentru perioada 2023- 2032, fiind prevăzută ca și în cazul scenariului 2 după reciclare și compostare tratarea deșeurilor prin incinerare. Scenariul 5a prezintă situația alternativă a depozitării în ultimul an al duratei vieții depozitului Țuțora (2032) cu recuperarea energiei dar fără creditare, scenariul 5b situația în care energia rezultată din recuperarea biogazului ar fi creditată, iar scenariul 5c incinerarea deșeurilor și creditarea energiei rezultate. Ultimul scenariu 6 abordează incinerarea fără creditarea energiei rezultate în anul 2038.

Evaluarea Impactului a fost realizată prin gruparea și cuantificarea într-un număr limitat de categorii de impacte a efectelor utilizării resurselor și emisiilor generate, care au fost apoi ponderate în privința importanței lor.

Alocarea este abordată în prezentul studiu în două variante. În prima variantă (preluată din baza de date Ecoinvent) pentru opțiunile principale de management, incinerarea și depozitarea, impactul de mediu este alocat în proporție de 100% serviciului oferit de management (nu este luată în considerare energia rezultată). Pentru opțiunile secundare (reciclarea) și compostarea, avem pe de o parte un impact obișnuit (negativ) generat de procesele de colectare separată, pretratare și transport spre instalațiile de recirculare, compostare sau digestie anaerobă. Pe de altă parte materialele secundare și compostul rezultate pot înlocui (evita producția) unor materiale primare care îndeplinesc aceeași funcție (de exemplu compostul poate înlocui un îngrășământ organic). Impactul produselor primare înlocuite este considerat un impact pozitiv, deoarece se evită impactul necesar pentru producerea acestora. În această primă variantă se consideră că întregul beneficiu al producerii materialului primar înlocuit este compensat de impactul pentru producerea materialului secundar. Cu alte cuvinte în această variantă proceselor de reciclare, compostare și digestie anaerobă le este alocat un impact de mediu nul.

A doua variantă a alocării cunoscută și sub numele de *creditare*, cuantifică atât impactul materialelor secundare, coprodusele și energia rezultată din procesele de tratament a DSM, cât și impactul pozitiv al următoarelor produse primare sau energii echivalente înlocuite (substituite sau a căror producere a fost evitată): lingouri de Al, hârtie lemnoasă, granule medii de polietilenă, sticla virgină și lemnul pentru reciclare, îngrășămintele organice pentru compostarea aerobă și digestia anaerobă și energia electrică produsă în România sau energia termică (produsă la nivelul mediu al UE 27) în cazul energiei produse din incinerare, depozitare sau digestie anaerobă. Cum unele din aceste materiale sunt energointensive, iar energia produsă în România are un impact considerabil asupra mediului (datorită utilizării încă într-un procent destul de ridicat a cărbunelui în centralele electrotactice) adesea impactul produselor înlocuite depășește impactul proceselor de tratament, diferența rezultată fiind considerată ca impact de mediu pozitiv. A doua variantă necesită luarea în considerare a unui număr mult mai mare de procese decât prima variantă. Pentru această metodă este foarte importantă și alegerea produselor înlocuite (evitat a fi produse).

În contextul ECV evaluarea impactului a fost analizată pe baza mecanismului de mediu care mai este cunoscut și sub denumirea de „calea impactului” sau „lanțul cauză-efect”.

Pentru toate opțiunile de management al DSM analizate, respectiv cele principale incinerarea și depozitarea și cele adiționale reciclarea, compostarea și digestia anaerobă, au fost luate în considerare ciclurile de viață ale tuturor celor nouă fracțiuni din DSM (metale (Al), sticlă (S), carton (C), hârtie (H), textile (T), plastic (P), lemn (L), deșeuri organice (DO), alte deșeuri (AD)).

În urma evaluării realizate, constată că impactul cel mai important asupra mediului este determinat de materialele plastice atât pentru incinerare cât și pentru depozitare. Dintre categoriile de impact predominante remarcăm substanțele carcinogene și modificarea climatului.

Pentru incinerare, ordinea descrescătoare a impactului este $P > T > Al > AD > L > H > DO > C > S$, iar pentru depozitare $P > H > T > AD > C > DO > S > Al > L$.

Cea mai bună opțiune din punct de vedere al mediului este incinerarea. Dintre cele două opțiuni referitoare la depozitare un impact global mai redus se obține în cazul incinerării biogazului de depozit, datorită în primul rând reducerii impactului de modificare a climatului prin incinerarea metanului conținut în biogaz.

Dintre categoriile de impact în cazul depozitării ponderea este dată, pe lângă modificarea climatului, de substanțele carcinogene. În schimb în cazul incinerării un impact mai mare față de depozitare apare în cazul substanțelor anorganice cu efect asupra aparatului respirator (oxizi de N, particule în suspensie cu $\text{Ø} < 10 \mu\text{m}$).

În ultimul capitol, cap.4, a fost evaluat impactul și riscul de mediu pentru procesele de valorificare a deșeurilor solide municipale, incluzând recuperarea materialelor, tratamentul biologic (compostarea și biogazeificarea sau digestia anaerobă), tratamentul termic cu referire la incinerarea combustibilului derivat din refuz –CDR sau combustibilului rezultat din ambalare –CRA și/sau incinerarea de masă, cu sau fără recuperarea energiei și depozitarea. Astfel, în situația evaluată, în județul Iași, s-a constatat fie că sunt foarte puține depozite de deșeuri care au echipamente de colectare a biogazului, fie că biogazul este colectat, dar nu este o sursă de recuperare a energiei, datorită faptului că biogazul este produs în cantități mici și cele mai multe depozite de deșeuri sunt recent functionale, cum ar fi în situația studiului de caz realizat în cadrul tezei. Au fost considerate 16 scenarii, care au fost analizate, luând în considerare aspectele de mediu ale fiecăruia, ca surse de impact și de risc.

Analiza impactului și a riscului de mediu efectuată a arătat că scenariul recomandat, se referă la instalația de cogenerare care poate aborda tratarea termică a deșeurilor cu sau fără recuperarea căldurii, ajungând la concluzia că incinerarea poate fi aplicată atât la deșeurile municipale cât și la deșeurile periculoase.

CAPITOLUL 1. INSTALAȚIE DE COGENERARE DIN DEȘEURI SOLIDE MENAJERE, ÎN COMUNA MIROSLAVA, JUDEȚUL IASI

Din examinarea cadrului legislativ, a situației locale a deșeurilor, privind cantitățile și compoziția acestora, a stadiului tehnologiilor actuale și a parametrilor financiari ai investiției, se propune o instalație de cogenerare, cu puterea de 10MW, întrucât:

- cantitatea necesară de deșeu menajer este sub 260.000t/an, care poate fi disponibilă din deșeuri menajere colectate în Municipiul Iași, într-un an;
- se recomandă valorificarea căldurii rezultate din procesul tehnologic pentru furnizarea de energie termică necesară locuințelor, pentru mărirea randamentului global, cu impact favorabil asupra veniturilor din exploatare;
- costul investiției este în limitele de finanțare din programele operaționale, fără să fie calificat ca proiect major;
- costurile de finanțare pot fi suportate de autoritatea publică locală, sau un IMM, prin contractarea de credit suportabil;
- există posibilitatea de valorificarea energiei termice prin injectarea acesteia în conducta de termoficare aflată la mică distanță de locul de amplasare, având o capacitate de preluare limitată.

Soluțiile tehnice recomandate sunt piroliza și gazeificarea deșeurilor solide menajere, cu producerea de energie termică și gaz combustibil, care să fie ars în mașini termice cu ardere internă, care să antreneze generatoare electrice pentru producerea de energie electrică sau folosirea aburului, care valorifică atât căldura generată în procesul tehnologic, dar și căldura generată de arderea gazului combustibil, produs de instalație. Aceste tehnologii sunt în acord cu Directivele Europene privind incinerarea, cantitatea de emisii de noxe este foarte scăzută, se distrug, în mare măsură deșeurile toxice, iar eficiența producerii energiei este ridicată.

Soluția recomandată este incinerarea deșeurilor în două trepte: gazeificarea și apoi oxidarea la temperatură înaltă, pentru descompunerea fracțiunilor nocive, după care gazul combustibil rezultat să fie utilizat la producerea energiei electrice, cu un motor cu ardere internă.

1. Date privind amplasamentul și terenul pe care urmează să se amplaseze obiectivul de investiție
Informații despre terenul din amplasament:

1.1. Situația juridică privind proprietatea asupra terenului care urmează a fi ocupat definitiv și/sau temporar de obiectivul de investiție:

➤ Proprietatea publică a Comunei Miroslava pusă la dispoziția proiectului de către consiliul local pentru realizarea instalației de cogenerare prin arderea deșeurilor.

1.2. Suprafața estimată a terenului:

➤ Suprafața estimată a terenului este de 2-2.5 ha.

1.3. Caracteristicile geofizice ale terenului din amplasament determinate în baza studiului geotehnic realizat special pentru obiectivul de investiții privind:

1.3.1. zona seismică de calcul și perioada de colți

➤ Amplasamentul este situat în zona cu accelerația terenului pentru proiectare $a_g = 0,20g$ pentru IMR de 100 de ani și perioada de colți $T = 0,70$ sec.

1.3.2. date preliminare asupra naturii terenului de fundare și presiunea convențională

➤ Având în vedere caracteristicile fizico-mecanice și geologice ale terenului de fundare din amplasament (sol vegetal negru cu grosimi de 0,3-0,5m urmat de pământuri sensibile la umezire tip A(argilă, argilă prafoasă) cu grosimi de peste 3m), fundarea se va executa direct în stratul de argilă prafoasă, fără o pregătire prealabilă a terenului dar, cu respectarea normelor specifice de fundare pe P.S.U., se impun următoarele precizări:

○ forma în plan să fie cât mai simplă, de preferat pătrat sau dreptunghi, fără intranduri sau ieșinduri;

○ fundarea va fi una directă, continuă, încastrată în argilă prafoasă.

În ceea ce privește structura construcției, se vor avea în vedere următoarele măsuri tehnice:

➤ reducerea lungimilor tronsoanelor de clădire la nivelul unor sisteme structurale de lungimi medii sau scurte ($L/H < 2,5$);

➤ conformarea corpului propriu-zis de clădire cu o infrastructură de mare rigiditate, alcătuită din tălpi de fundație dispuse ordonat pe cele două direcții principale;

➤ ordonarea elementelor structurale cu masele dispuse cât mai uniform pe cele două axe principale de inerție, astfel încât să se evite asimetriile și salturile de rigiditate între succesiunea de secțiuni caracteristice pe fiecare din cele trei axe spațiale ale structurii;

➤ ordonarea deșeurilor funcționale astfel încât să se evite obținerea de secțiuni slăbite pe verticală;

➤ dimensionarea suplimentară a grinzilor planșelor pentru preluarea tensiunilor suplimentare intervenite în mod accidental în cazul unor solicitări suplimentare incluse de terasările neuniforme ale terenului de fundare.

La calculul terenului de fundare pentru starea limită de deformații acțiunile se iau în grupa fundamentală și trebuie să se respecte condiția:

$$P_{ef} < P_{pl} \text{ unde}$$

Pef – presiunea medie verticală pe talpa fundației, provenită din încercările de calcul din grupa fundamentală;

Ppl – presiunea corespunzătoare unei extinderi limitate a zonei plastice.

1.3.3. nivelul maxim al apelor freatice

Pânza freatică este cantonată în formațiunile cauterne permeabile la adâncimi de peste 12 m, având caracter și nivel variabil, funcție de regimul pluviometric și de descărcările din amonte (ape de infiltrație). Deși prin infiltrație sunt dizolvate o serie de săruri, din studiile efectuate anterior în zonă, a rezultat ca, apa freatică de aici nu prezintă agresivitate sulfatică sau magneziană.

1.4. Date climatice ale zonei în care este amplasamentul

Clima este temperat-continentală, cu variații ale temperaturii între – 36°C și + 40°C, media anuală între anii 1901 – 1990 fiind de + 9,5°C.

Temperatura ambientală înregistrată de stația meteorologică Iași a avut următoarele valori în decursul anului 2008:

- Media anuală: 11,1°C;
- Maxima anuală: + 36,3°C înregistrată în data de 16.08.2008;
- Minima anuală: - 20,2°C înregistrată în data de 05.01.2008;
- Precipitații atmosferice: 673,71/an;
- Viteza media anuală: 2,9 m/s cu direcția dominantă vest.

Tabelul I.1. Vântul în anul 2008

Județul Iași/ Stația meteorologică	Viteza medie anuală (m/s)	Direcția dominantă	Valori maxime	
			Viteza medie	Rafala maximă
			maxima	
Iași	2,9	Vest	15	19
Cotnari	3,8	Nord-Vest	20	34

Tabelul I.2. Evoluția calității aerului la indicatorul NO₂

Județ	Concentrația medie anuală (μg/mc)					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Iași	13,6	15,02	12,00	18,80	19,87	22,3

Tabelul I.3. Evoluția calității aerului la indicatorul SO₂

Județ	Concentrația medie anuală (μg/mc)					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Iași	0,8	1,11	1,92	6,94	5,81	6,6

Tabelul I.4. Evoluția calității aerului la indicatorul pulberi în suspensie

Județul Iași	Concentrația medie anuală (μg/mc)					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PM10 măsurat automat	-	-	-	61,69	50,54	48,07
PM10 măsurat gravimetric	-	-	-	-	42,69	41,59

Tabelul I.5. Evoluția calității aerului la indicatorul metale grele

Județ	Indicator	Concentrația medie anuală (μg/mc)					
		2003	2004	2005	2006	2007	2008
Iași	Pb	-	-	-	0,0177	0,0302	0,0173

Tabelul I.6. Evoluția calității aerului la indicatorul monoxid de carbon, CO

Județ	Concentrația medie anuală (μg/mc)					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Iași	-	-	-	0,44	0,22	0,28

Principalele surse de emisii de SO₂ din Județul Iași, sunt date de arderile de combustibil fosil din producerea de energie și industria de transformare la SC CET SA Iasi, din arderile rezidențiale de lemn în sobe și cămine și din procesele industriale. Deși SC CET SA Iași a utilizat combustibili mai curați ca: *păcura cu 0.84% sulf și huila cu 0,4 % sulf, emisia anuală de SO₂ a crescut cu 54,4% datorită funcționării cazanelor de capacitate mai mare precum și datorită optimizării achiziției de date de la sistemele de monitorizare online.*

Principalele surse de emisii de noxe din Județul Iași, în ordinea contribuției, sunt reprezentate de: *transportul rutier, arderile din producerea de energie și industria de transformare la SC CET SA Iași, arderile rezidențiale de lemn în sobe și camine și de procesele industriale.*

Pulberile în suspensie PM10 monitorizate în stațiile automate constituie singurul poluant care depășește valoarea limită zilnică, prevăzută în legislație. Sursele de emisie din Județul Iași, rezultate din inventarul de emisii, sunt: *arderile rezidențiale de lemn în sobe și cămine, transportul rutier, producerea de energie și industria de transformare, la SC CET SA Iași, industria metalurgică, fabricarea produselor de ceramică prin ardere, halte și depozite.* Din inventarul de emisii a rezultat pentru anul 2008 o cantitate de 6521t PM10. Aglomerarea Iașului este determinată de poluarea cu pulberi, concentrația medie anuală fiind de 41,59μg/mc, cu o frecvență de depășire a valorii limitei zilnice la nivelul întregii aglomerări de 33.3%. Cauzele depășirii VL pe lângă emisiile din inventar trebuie considerate: *starea și calitatea drumurilor, șantierele de construcții, lucrările la instalațiile subterane de energie electrică, de telefonie și de termoficare, utilizarea materialului antiderapant în perioada de iarnă, starea de curățenie a drumurilor și autovehiculelor.*

Concentrația poluanților gazoși (SO₂, NO_x, CO etc.) în aer este situată sub valorile limită pentru protecția sănătății umane prevăzute în OM 592/2002, neînregistrându-se nici o depășire.

1.4.1. Emisii totale anuale de gaze cu efect de seră

Gazele cu efect de seră, reglementate în protocolul de la Kyoto sunt :

- dioxid de carbon –CO₂;
- metan – CH₄;
- protoxid de azot- N₂O;
- hidrofluorocarburi- HFC-uri;
- perfluorocarburi- PFC-uri;
- hexafluorura de sulf- SF₆.

Dioxidul de carbon echivalent (CO₂eq) este unitatea de măsură universală utilizată pentru a indica potențialul global de încălzire a celor 6 gaze cu efect de seră. Bioxidul de carbon (CO₂) este gazul de referință cu ajutorul căruia sunt calculate și raportate celelalte gaze cu efect de seră.

Emisiile totale anuale de gaze cu efect de seră, exprimate în CO₂ eq, rezultate din inventarul anual al emisiilor în atmosferă sunt prezentate în următorul tabel:

Tabelul I.7. Emisii totale anuale de gaze cu efecte de seră – mii tone CO₂ eq

Județul	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Iași	3276,2	3410,9	4573,6	3204	3265,9	3689,5	3514,4	3271,9	3303,8

Tabelul I.8. Emisii anuale de dioxid de carbon CO₂ – mii tone CO₂ eq

Județul	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Iași	2733,9	2954,7	3790,8	2450,2	2418,1	2786,4	2568,2	2350,1	2391,4

Tabelul I.9. Emisii anuale de CO₂ din sectorul energetic (mii tone CO₂)

Județul	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Iași									
Emisii totale	732,37	823,54	763,33	809,5	735,9	790,3	702,4	626,2	498,34

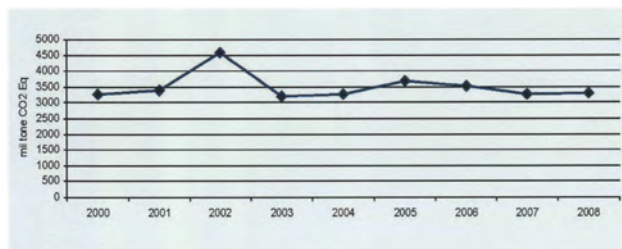


Figura I.1. Emisii totale de gaze cu efect de seră – indicator nivel II

Tabelul I.10. Emisii anuale de metan (CH₄) – mii tone CO₂ eq

Județul	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Iași	445,98	388,1	620,8	481,5	508,37	582,2	575,62	557,06	534,4

Tabelul I.11. Emisii anuale de protoxid de azot (N₂O) - mii tone CO₂ eq

Județul	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Iași	96,76	68,03	161,98	272,3	339,43	320,87	370,66	364,77	378

Din inventarul anual al emisiilor în atmosferă, emisiile toate de GES sunt de 3303,8 mii tone CO₂ eq. Fata de 3271,9 mii tone în 2007.

2. Analiza financiară a soluției propuse

Soluția tehnologică de valorificare energetică a deșeurilor solide menajere cu putere calorică mare, a fost supusă analizei financiare, conform metodicii recomandate pentru proiectele finanțate din fondurile Uniunii Europene. În analiză s-a luat în considerare *rata de schimb de 4,2022 lei/€, publicată de BNR la 06.07.2011.*

2.1. Date de intrare

Conform datelor statistice ale zonei Iași, Comuna Miroslava, beneficiarul investiției are acces la deșeurii cu o putere calorică de aproximativ 2000kcal/kg. Valoarea de 3600kcal/kg, conform normativei nr. 20/26.11.2004 Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor, nu este confirmată de rapoartele privind calitatea deșeurilor din Moldova (regiunea de Nord-Est). În analiza financiară va fi luată în considerare valoarea confirmată de rapoartele oficiale. Aceasta cifră este esențială pentru analiza financiară a investiției și de aceea s-a luat cifra reală, altfel, analiza financiară ar fi prea optimistă.

Tabelul I.12. Date de intrare

Data de intrare	Minim	Maxim
Puterea instalației	10MW	
Putere calorică (cgs)	2000 Kcal/kg	3600 Kcal/kg
Putere calorică (SI)	2,326 kWh/kg	4,1868 kWh/kg
Puterea centralei	10MW	
Putere electrică	30%	
Putere termică	40%	
Cant. deșeu/zi	57,32 t/zi	103,18 t/zi
Cant. deșeu/an	20,92 mii t/an	37,66 mii t/an
Energia electrică	72,00 MWh/zi 26.280,00 MWh/an	
Energie termică	82,55 Gcal/zi 30.128,98 Gcal/an	
Procent cenușă rezultată	1%	
Accesibilitatea centralei	95%	
Cantitatea de cenușă	0,38 mii t/an	

Din experiența Europeană și mondială în domeniul tehnologiei propuse, rezultă că, o instalație de cogenerare de putere instalată 10MWh, poate produce 25-35% energie electrică și 40-60% energie termică. Randamentul total al tehnologiei ridicându-se la 85%. Pentru analiza s-au luat în considerare cifre mai pesimiste, adică 30% energie electrică și 40% energie termică.

În tabelul de mai jos sunt date prețurile de achiziție a materiilor prime și a prețului de vânzare a producției instalației de cogenerare.

Tabelul I.13. Prețuri de achiziție

Categorie	Preț unitar	UM
Energie electrică	157,117	lei/MWh
Preț energie termică	347	lei/Gcal
Certificate verzi/MWh	3	
Preț mediu certificat verde	215,34	lei
Venit achiziție deșeu	36	€/t
	151,2	lei/t

În tabelul prețurilor s-au folosit sursele menționate anterior. Pentru energia electrică, s-au utilizat datele din Legea 220/2008, privind numărul de certificate verzi pentru energie electrică produsă de instalațiile de ardere a deșeurilor (CET Iași – bugetul de venituri și cheltuieli an 2009). Prețul certificatului verde este publicat de OPCOM, pentru data de 30.07.2009, 215,34lei(51,23€/MWh). Prețul real al certificatului verde este mai mare, la limita superioară a plajei legale de variație (27-55€/MWh), întrucât prețul certificatului este stabilit de cerere și ofertă pe piața certificatelor verzi. *În acest moment, cererea de certificate verzi este mai mare decât oferta, situație care se va menține în următorii ani.*

2.2. Costuri de exploatare

Costurile de exploatare sunt: de personal, de întreținere, materiale consumabile, servicii contractate și costuri indicate.

Tabelul I.14. Costurile de personal

Categorie de Personal	Număr	Salariu mediu	Manopera /lună	Manopera /an
Muncitori manipulare	20	700	18.200,00	218.400,00
Muncitori întreținere	4	1000	5.200,00	62.400,00
Tehnicieni	3	1500	5.850,00	70.200,00
Ingineri	1	2500	3.250,00	39.000,00
Portari	4	700	3.640,00	43.680,00
Personal administrativ	4	2500	13.000,00	156.000,00
Total	36			589,68 mii lei

Tabelul I.15. Costuri materiale și întreținere

Materiale Consumabile lei/an	4 lei/t	150,64	83,69 mii
Costuri de întreținere	1 lei/t	37,66	20,92

Costurile cu servicii contractate, servicii profesionale, consultanță juridică, managementul calității-mediul, metrologie etc., au fost estimate la 4 mii lei/€.

Cheltuielile indirecte au fost considerate 100% din cheltuieli de personal și întreținere.

2.3. Alte date de intrare

O astfel de instalație de cogenerare necesită timp de întreținere, reparații etc., interval de timp în care nu se produce energie. În analiză s-a luat în considerare că accesibilitatea centralei este de 90%. Pentru consumurile proprii, tehnologice, se ia în considerare procentul de 5% din energia electrică produsă.

Asigurarea materiei prime, deșeurilor menajere, nu este o problemă în sine, întrucât, la nivelul Județului Iași sunt probleme mari cu sistemul de management al deșeurilor.

Costul investiției este considerat 2€/MW. Cifra a rezultat din analiza costurilor de investiție în instalații tehnologice similare pe plan mondial.

Pentru capitalul privat investit s-a luat în considerare că acesta provine din credit pe 10 ani, cu dobânda de 8% an.

2.4. Variante analizate

Analiza financiară s-a realizat în două variante:

- instalație de cogenerare în care se valorifică energia electrică și termică;

b) instalație de cogenerare a energiei electrice, fără valorificarea energiei termice.

La fiecare din variante, s-a făcut analiza investiției și analiza financiară a capitalului propriu.

2.5. Rezultatele analizei

Tabelul I.16. Rezultatele analizelor financiare

Varianța	Valorificare Energie termică	Cost Investiție	Finanțare proprie		RIR	VANF	Durata recuperării investiției
		Mii lei	%	Mii lei	%	Mii lei	ani
Analiza Investiției	Da	84.076			17	136.084	
Analiza Investiției	Nu	84.076			3	16.100	
Analiza Capitalului	Da	84.076	100	84.076	8	55.297	15,7
Analiza Capitalului	Nu	84.076	100	84.076	-1	- 40.648	106,8
Analiza Capitalului	Nu	84.076	30%	25.222	11	37.144	12,17

CAPITOLUL 2. PROCESUL TEHNOLOGIC

1. Prezentarea uzinei producătoare de curent și căldură din deșeuri (BHKW)

Vă prezentăm realizarea uzinei pentru producerea de curent și căldură din deșeuri. Deșeurile se vor pregăti ca paleți de ardere care vor fi eșapați. Gazul va fi transmis într-un recipient de încălzire în bloc cu motor de ardere. Motorul de ardere va produce curentul și căldura.

În uzina de eșapare va fi folosit mereu deșeul. Aceasta este în concordanță cu cerințele TASI(Technological Advanced Study Institute), care interzice depunerea de deșeuri netratate.

Tehnologiile folosite în prezent pe scara largă , pentru obținerea de energie:

➤ se introduce masa de ardere într-un cazan pentru producerea de curent. Aburul produs e transmis la o turbină care pune în mișcare un generator;

➤ după arderea masei de combustie, gazele rezultate sunt dirijate într-un cazan de răcire. În acesta se produce aburul care pune în mișcare turbina cuplată cu un generator.

Folosirea tehnicii de eșapare, mărește randamentul energetic. Într-o uzină de încălzire în bloc pentru eșapare (BHKW) este produs din substanța de ardere un gaz. Acesta este transmis unui motor cu ardere, care pune în mișcare un generator electric. Astfel, vor fi transformate din substanțe biologice brute, curent și căldură. *Gradul de eficiență energetică al unui motor cu ardere este mult mai mare decât cel al unei turbine cu aburi, ceea ce face ca la producerea de energie, emisiile de CO₂ să fie mult mai mici în comparație cu tehnicile de ardere folosite în prezent (producerea de aburi și turbine de aburi).*

Gradul de eficiența energetic al instalației de recuperare a deșeurilor prin eșapare trece de 85%. Producerea de energie se face în uzine de încălzire în bloc (BHKW).

1.1. Pregătirea masei de ardere

1.1.1. Etapele procesului tehnologic:

- Preluarea deșeurilor;
- Sortare manuala, tocare dură;
- Sortare automată, tocare fină;
- Brichetare.

1.2. Eșapare

1.2.1. Încărcare

Brichetele sunt ridicate din siloz cu ajutorul unui recipient către instalația de încărcare a reactorului de eșapare. Prin banda rulantă materialul este dozat și transmis ecluzei. Ecluza închide reactorul către partea de sus și împiedică gazul nedorit al reactorului să iasă afară.

1.2.2. Eșaparea-Procedeu de ardere

Eșaparea se face într-un eșapator pat stabil. În partea de sus a reactorului de eșapare materialul este uscat și eșapat la temperaturi de cca. 500°C. Toate părțile componente în plus dispar. *Se formează cocs și gaz pirolis din substanțe de hidrat de carbon și abur de apă.*

În zona de mijloc a eșapatorului, gazul pirolis este ars prin introducerea aerului preîncălzit. Temperatura se ridică la 1300°C, ceea ce duce la ruperea substanței de hidrat de carbon. Aerul este transmis tahimetrului, astfel că nu poate să se facă o ardere completă a materialului. Pentru influențarea temperaturii dorite se introduc aburi în diferite zone ale reactorului de eșapare.

În partea de jos a reactorului de eșapare se găsește un pat fierbinte din cocs. Aici se află reducția CO₂ și CO, care a fost rezultat în zona de ardere, și a apei în H₂ și O₂. Cocsul se eșapează în CO.

Monoxidul de carbon și dioxidul de carbon se găsesc în stare de echivalență. În urme, se află metan, alcanii mai mari nu sunt prezenți. Amestecul de gaz este încărcat prin viteza curentului și prin curenți de aer cu praf, se curăță într-un filtru de praf și gudron. De la zona de amestec de gaze până la reglare, amestecul de gaz nu conține acizi și astfel nu este brizant(exploziv).

În partea de jos a reactorului se scoate amestecul de gaz printr-o zonă de ieșire. Cenușa este transmisă printr-o bandă într-un container.

1.2.3. Filtrarea prafului și gudronului

Presiunea de aspirare a gazului cuprinde, de regulă, după capacitatea de eșapare, bucăți de material eșapat și o cantitate de umezeală cuprinsă între 100 și 300 mm WS.

Cenușa și particulele rupte împreună cu gazul vor fi despărțite în mare parte în filtrări de praf și gudron.

Filtru de praf și gudron este un filtru electronic ud. Este format dintr-un câmp de filtru vertical cu o tăiere pe diagonală. Pentru a stabili un curent de gaze și astfel o capacitate optimă de despărțire, gazul brut va fi transmis, printr-o zonă de despărțire a gazului, înainte de atingerea câmpului de filtrare. Câmpul filtrant este format din electrozi de anulare împărțiți în compartimente separate, între care sunt ordonați electrozii de scânteie. Electrozii de bandă ascuțiți oferă o tensiune a filtrării de cea mai înaltă putere posibilă cu descărcare coronariană optimă.

Sistemul de stropire electric este purtat de izolatori. Suprafețele de izolare vor fi menținute mereu uscate printr-o încălzire electrică, pentru împiedicarea revărsărilor, mai ales în perioadele de pornire și de repaus.

Între electrozii de scânteie și anulare există o tensiune înaltă egală. Prin câmpul electric care se formează între vârfurile ascuțite ale electrozilor și particulele care trebuie tăiate se vor ioniza și vor fi atrase de electrozii de anulare. Aici se vor descărca și se vor lipi de electrozi.

Curățarea filtrului după o anumită perioadă se face cu abur cald.

Amestecul condensat despărțit care picură din electrozii de anulare se adună într-o zonă de jos a filtrului și va fi condus printr-o pompă și printr-o scufundare în recipientul de adunare a instalației de curățire a apei. Funcția pompei este oprită prin doi senzori de umplere completă.

Gazul va fi eliberat de picăturile de apă care îl însoțesc într-un despărțitor. După părăsirea filtrului, se obține un gaz cu puritate de $<10 \text{ mg/Nm}^3$. Apa care cade în despărțitor va fi adunată într-un recipient și apoi dusă către locul de pregătire al apei.

1.2.4. Instalație pentru desulfurare, respectiv filtru fin

După filtrul de praf și gudron gazul este desulfurat într-o instalație de desulfurare. Acesta este necesar doar pentru unele substanțe. Același lucru este valabil și pentru filtrul fin care îndepărtează ultimele rămășițe din gaz la anumite substanțe. Acest filtru fin garantează că substanțele dăunătoare au valorile cuprinse în limitele stabilite de Legile Europene și Naționale.

1.2.5. Instalația de curățare a apei

Apa folosită în filtrul de praf și gudron este recirculată, astfel primul strat de deșeuri care se află în apă va fi depozitat în instalația de curățare a apei și după pompare către afară, va fi separat de filtru. Substanța care este formată 90% din substanța de cărbune va fi transmisă cu materialul de filtru din nou în circuitul de eșapare.

Substanțele anorganice termic stabile vor fi expulzate odată cu cenușa din eșapator.

În instalația de curățare a apei, aglomerația și sedimentarea particulelor de deșeuri va fi protejată prin mijloace de ajutor de fulguire. O parte a apei curățată prin sedimentare va fi trecută printr-un filtru. Aici, deșeurile fine care încă există în apă vor fi separate. Într-un separator vor fi separate eventualele legături ale substanței de carbon.

În instalația de neutralizare reacționează eventualele produse reactive ca de exemplu din PVC. O valoarea PH-ului obținută poate fi între 5,5 și 8,5.

1.2.6. Cenușa

Partea de cenușă rezultată din procesul de eșapare cuprinde, în funcție de felul și compoziția substanței eșapate, o cantitate de cca. 05% până la 20% diverse elemente.

Pe baza tehnologiei procesului, metalele grele rămân ca oxizi în formă topită în cenușă, o excepție este mercurul care poate apărea la puținele materiale de eșapat și care poate fi găsit elementar din nou în filtrele de gaz. Metalul este scos printr-o gaură în baza spălătorului de gaz, adunat și transmis spre o nouă folosire. Acest caz apare la recondiționarea lemnului putred din stâlpii de telegraf și garduri.

Cenușa este inertă și poate fi folosită la construcțiile de beton ca substanța de fixarea cimentului.

1.3. Producerea energiei electrice utilizând motor cu gaz și un generator

Pentru producerea energiei electrice va fi montat un motor cu ardere pe gaz, care pune în funcțiune un generator. Prin instalația de gaz, gazul curat slab din filtrul de praf și gudron va fi transmis motorului cu gaz, printr-o cale de reglare a gazului, punând în funcțiune generatorul. Motorul cu gaz posedă o instalație care utilizează amestecul de gaz-aer, construită pentru utilizarea gazului slab, a metanului sau a amestecului de gaz slab cu metan.

Motoarele ating o valoare de utilizare optimă și gazul rezultat din motor este în concordanță cu cerințele gazului de eșapament.

Gazele arse ale motorului, după părăsirea acestuia, vor fi curățate cu un catalizator și apoi părăsesc după aburitor instalația prin acoperiș și vor fi răcite la cca. 40°C.

După ce filtrul fin a fost curățat de substanțe nocive, în motorul de ardere nu pot apărea alte substanțe nocive. Prin ardere apare însă NOx și printr-o ardere incompletă rămâne CO în gazul de eșapament. Ambele, NOx și CO vor fi înlăturate de un catalizator.

Emisiile pentru gazul de eşapament al BHKW sunt, : $Particule\ fine \leq 1mg/m^3$ $NOx \leq 50mg/m^3$ $CO \leq 650mg/m^3$ $HC \leq 150mg/m^3$.

1.3.1. Producerea energiei termice:

a) din pregătirea gazului;

Căldura rezultată de la pregătirea gazului va fi transmisă prin apa de răcire, prin scoaterea din schimbătorul de căldură.

b) din răcirea motorului cu gaz.

Căldura produsă în instalația motorului cu gaz va fi scoasă prin răcitorul de apă prin schimbătorul de căldură și folosită pentru procese tehnologice (căldura, încălzire, pregătirea apei, procese de uscare, etc.)

Căldura gazelor de eşapament va fi folosită la alegere până la 350°C pentru încălzirea unui circuit cu ulei termic. Într-un alt schimbător de căldură este produsă apa fierbinte a circuitului de încălzire.

Toate modulele procesului sunt cuplate prin transmisia termică.

1.4. Amplasarea tehnicii pe terenul uzinei din Bei K

Scopul este producerea curentului și a căldurii din 260.000 t/a deșeuri. Uzina este formată în 3 părți mari: *Hala pentru pregătirea deșeurilor, Instalația de eşapare și Hala BHKW.*



1.4.1. Terenul uzinei

Terenul uzinei este numit teren industrial. În jurul terenului a fost ridicat un gard de 1297m lungime, intrarea și ieșirea sunt orientate, la stradă. Camioanele vin de pe stradă și sunt cântărite la intrare. Ele descarcă deșeurile în hala de pregătire a deșeurilor, pe o bandă transportoare, brichetele sunt transportate la silozurile instalației de eşapare, existând astfel căi scurte ce fac posibil un mod de transmitere automat în interiorul întregii uzini.

1.4.2. Hala pentru pregătirea deșeurilor

Pregătirea deșeurilor este importantă pentru următoarea eşapare. Dacă metalele și substanțele care nu ard sunt sortate, apare mai puțină pastă. Valoarea căldurii materialului de ardere se ridică și omogenitatea materialului de ardere se îmbunătățește, iar astfel eşaparea se lasă mult mai ușor făcută. Brichetele garantează importanța fluidității gazelor protejatoare ale substanțelor arse în eşapator.

Deșeurile livrate sunt imediat tocate, sortate și brichetate. Instalația de pregătire a deșeurilor cu unitatea de sortare și brichetare este instalată într-o hală de 100 x 30 m. Deșeurile sunt descărcate din camioane într-un recipient de primire. De acolo sunt duse pe benzile transportatoare automat la unitatea de sortare manuală și apoi la tocătorul dur. Următoarea sortare principală se face automat. Metalele feroase, cele neferoase și substanțele minerale sunt adunate în containere separate. După depășirea tocătorului fin, materialul de ardere ajunge în presa de brichetare.

Din motive de capacitate (260.000 t deșeuri pe an!) sunt construite două linii. Avantajul este că la căderea unei linii (tocător, presa de brichetare) lucrează cealaltă linie mai departe. După presa de brichetare, brichetele sunt transmise în silozuri cu ajutorul benzilor de transmisie suprapuse. Pentru a da posibilitatea unei munci continue a întregii pregătiri a deșeurilor este prevăzut un loc pentru depozitarea deșeurilor în hală. Folosirea sa poate fi bună în cazul în care mai multe camioane intră în același timp sau dacă este reparată o linie, astfel că în acest timp se fac mai puține brichete.

1.4.3. Hala BHKW

Instalația de producere a energiei este formată din 40 uzine unice de încălzire în bloc (BHKW). Toate sunt instalate într-o hală de 100 x 30 m. și fiecare BHKW este formată dintr-un motor cu ardere, care pune în mișcare un generator și un schimbător de căldură. Are un randament electric de 750 kW și un randament termic de 1,2MW. BHKW sunt puse în mișcare de la panourile întrerupătoare, în acestea se găsesc unitățile de dozare ale curentului. Cablurile unice de tensiune sunt duse către transformator unde tensiunea este transformată în tensiune mare. Transformatorul se găsește pe teren. În total randamentul electric al uzinei este de 30 MW plus un randament termic de 70 MW. Instalațiile de încălzire ale apei se unesc într-o instalație principală care se racordează la magistrala termică a orașului.

Hala BHKW este izolată. În hală este montată o macara pe o bandă de macara. Cu macaraua se pot schimba foarte ușor motoarele cu ardere sau generatorii electrici.

Concluzii

1. Sistemele de cogenerare au o utilizare mai eficientă a căldurii. Se calculează necesarul și alina curbelor de sarcina, energia livrată, consumul de combustibil pentru diferite combinații pentru încălzire, răcire și/sau producere de energie electrică folosind date minime de intrare.

2. Procesele de tratare termică a deșeurilor reprezintă o opțiune fezabilă după variantele de valorificare (colectare, sortare, reciclare) și înaintea depozitării controlate a deșeurilor.

3. Scopul general al cogenerării deșeurilor este:

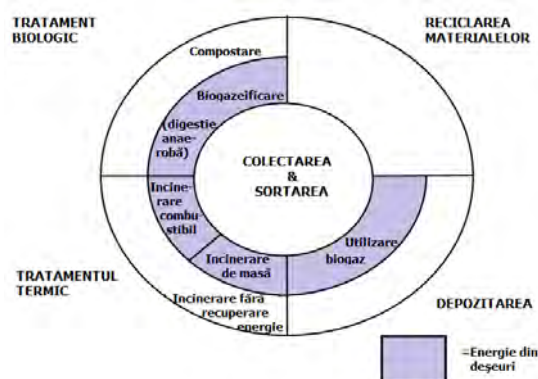
- Reducerea la maxim posibil a potențialului de risc și poluare;
- Reducerea cantității și volumului de deșeuri;
- Conversia substanțelor rămase într-o formă care să permită recuperarea sau depozitarea acestora;
- Transformarea și valorificarea energiei produse.

CAPITOLUL 3. EVALUAREA IMPACTULUI RESURSELOR DE ENERGIE ALTERNATIVE PRIN METODA CICLULUI DE VIAȚĂ

1. Sistemul Integrat de Management al deșeurilor

O întrebare cheie în privința managementului deșeurilor este cum putem evalua eficacitatea și disponibilitatea economică a sistemelor de management a deșeurilor astfel încât să putem planifica un management mai durabil în viitor? Împreună cu necesitatea generală pentru managementul durabil al deșeurilor a devenit tot mai clar că o singură metodă nu poate negocia toate materialele din DSM într-un mod eficient din punct de vedere al protecției mediului. După un sistem de colectare corespunzător, vor fi necesare o serie de opțiuni de tratare incluzând recuperarea materialelor, tratamentul biologic (compostul și biogazeificarea sau digestia anaerobă), tratamentul termic, (incinerarea combustibilului derivat din refuz -CDR-sau combustibilului rezultat din ambalare –CRA- și/sau incinerarea de masă, cu sau fără recuperarea energie) și depozitarea (vezi figura III.1.).

Figura III.1. Sistemul Integrat de Management al Deșeurilor
(Sursa McDougall F., 2004)



Tabelul III.1. Lista scenariilor sistemului de management al DSM din județul Iași analizate

Nr.c t	An	Denumire	Colectat t (100%)	Reciclar e %	Compostar e aerobă %	Digestie anaerobă %	Depozitare %	Cogenerare %
1	2011	Scenariu 0	219651	12,1	0		87,9	0
2	2013	Scenariu 1	272345	12	3,7		84,3	0
3	2018	Scenariu 2	297179	19,9	3,4			76,7
4	2018	Scenariu 2a	297179	19,9	3,4		76,7	
5	2018	Scenariu 2b	297179	19,9	3,4		76,7	
6	2018	Scenariu 2c*	297179	19,9*	3,4*			76,7
7	2018	Scenariu 2d*	297179	19,9*	3,4*		76,7*	
8	2023	Scenariu 3	318707	20	3,15	3,15		73,7
9	2023	Scenariu 3a *	318707	20	3,15	3,15		73,7
10	2028	Scenariu 4	344376	22,2	2,9	2,9		72
11	2032	Scenariu 5	362165	23,5	2,75	2,75		71
12	2032	Scenariu 5a	362165	23,5	2,75	2,75	71	
13	2032	Scenariu 5b*	362165	23,5	2,75	2,75	71*	
14	2032	Scenariu 5c*	362165	23,5	2,75	2,75		71*
15	2038	Scenariu 6	382435	24,8	2,6	2,6		70

*Scenarii alternative în care pentru reciclare, compostare, cogenerare și depozitare au fost acordate credite (abordare prin metoda 2)

Împreună toate aceste opțiuni formează un sistem integrat de management al deșeurilor (SIMD)(Mc Dougall , 2004).

Pentru a obține un astfel de management sustenabil este nevoie de planificarea capacităților pe termen lung atât pentru reciclare, cât și pentru deșeuri către energie. Combinația optimă de reciclare și deșeuri către energie, salvează sursele de energie, combate modificarea climatului și ajută la asigurarea alimentării cu energie a Europei.

2. Evaluarea Ciclului de Viață

Evaluarea Ciclului de Viață (ECV) este o metodă structurată și standardizată internațional care transpune principiile Filozofiei Ciclului de Viață într-un cadru cantitativ. ECV cuantifică toate emisiile relevante, resursele consumate /epuizate și impacturile asupra mediului și sănătății asociate cu orice bunuri sau servicii.

Astfel în cadrul conceptului FCV, ECV reprezintă un instrument vital și puternic pentru a ajuta eficace și eficient să realizăm în mod global o producție și un consum mai durabil.

Evaluarea Ciclului de Viață (ECV) reprezintă un instrument al managementului de mediu care poate ajuta factorii de decizie în evaluarea diferitelor strategii disponibile și alegerea variantei optime din punct de vedere al protecției mediului. În felul acesta ECV poate contribui, cel puțin parțial, la realizarea demersului către o dezvoltare durabilă, demers care necesită și abordarea problemelor economice și sociale pentru care sunt disponibile alte instrumente de evaluare.

ECV reprezintă un instrument de analiză sistemică care s-a dezvoltat încontinuu și în prezent, se poate considera că a ajuns la maturitate. Există standarde ISO care permit o abordare armonizată a ECV, standarde dezvoltate în perioada 1996-2000 și revizuite în anul 2006 (ISO 14040/2006, ISO 14044/2006). De asemenea, s-au realizat numeroase manuale și ghiduri în domeniul ECV dintre care cel mai recent (EU, 2010) „ILCD Handbook International Reference Life Cycle Data System. General guide for Life Cycle Assessment –Detailed guidance” a fost lansat de Uniunea Europeană în anul 2010.

Există numeroase exemple de utilizare a ECV pentru luarea deciziei în domeniul managementului deșeurilor. Când FCV/ECV sunt aplicate serviciilor de management al deșeurilor, în mod tipic evaluarea este orientată asupra unei comparații a unor opțiuni diferite de management, care nu acoperă întregul ciclu de viață al produsului ce a devenit deșeu. Astfel FCV/ECV care este aplicată serviciilor de management al deșeurilor poate fi diferită de FCV/ECV orientată asupra produselor.

Printre particularitățile abordării managementului deșeurilor prin prisma Evaluării Ciclului de Viață al Produselor putem menționa:

ECV este un instrument orientat asupra produsului termenul de produs incluzând nu numai sistemele produs ci și sistemele de servicii între care pot fi încadrate și sistemele de management a DSM.

ECV mai este cunoscută și sub sintagma „*analiză din leagăn până în mormânt*” deoarece evaluează lanțul de procese al produsului de la extracția de materie primă din zăcămint-leagăn, trecând prin toate etapele ciclului de viață ca producție și utilizarea până la eliminarea finală (postconsumul) ca deșeu care reprezintă „mormântul”. În principiu o analiză ECV trebuie să cuprindă toate etapele ***ciclului de viață al produsului***. Adesea sunt însă efectuate analize din „*leagăn până la poartă*” limitate deci de la extracția resurselor până la etapa de manufactură a produsului sau „*din poartă în poartă*”, semnificând numai abordarea procesului de producție în interiorul fabricii. Studiile ECV pentru managementul deșeurilor se adresează etapei finale a ciclului de viață-eliminării finale, postconsumului sau „mormântului”.

Dacă analizăm numai deșeul extrăgându-l separat din ciclul de viață al produsului, ciclul de viață al deșeului începe o dată cu depozitarea lui în pubea sau container și se termină când materialul deșeurilor este degradat și reintegrat în mediu sau readus înapoi în sistemul tehnologic prin reciclare și înlocuire a altor produse.

În acest capitol metodologia ECV a fost utilizată pentru evaluarea diferitelor alternative care pot fi implementate pentru a atinge țintele prevăzute în următoarele directive: *Directiva Cadru privind Managementul Deșeurilor (EC, 2008/98)*, *Directiva privind Depozitarea Deșeurilor (EC, 1999/31)*, *Directiva privind Incinerarea (EC, 2000/76)*, *Directiva privind ambalajele și deșeurile de ambalaje (EC, 1994/62)*.

Softul utilizat pentru modelarea scenariilor de management a deșeurilor în județul Iași (vezi tabelul III.1.) și realizarea studiului ECV este ***SimaPro varianta 7.3.2 (Prè Consultants, 2011)***, pe baza licenței obținute de către *Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului din cadrul Universității Tehnice „Gh. Asachi” Iași*.

Proгноза cantităților de DSM generate în municipiul Iași precum și a compoziției acestora a fost preluată din Anexa 3.3 din Master Planul pentru managementul deșeurilor în județul Iași –Asistența tehnică pentru pregătirea Portofoliului de proiecte sector deșeuri 2 (ROMAIR CONSULTING LTD, 2006).

Majoritatea scenariilor sunt prospective reprezentând evoluția preconizată a managementului deșeurilor în Județul Iași în perioada 2011-2038. Sunt însă și câteva scenarii alternative.

Ca punct de start (scenariul 0) este abordată situația prezentă retrospectiv (scenariu de monitorizare), de la care s-a plecat de la nivelul anului 2011 (depozitare conformă în depozitul de deșeuri Țuțora al municipiului Iași).

Scenariu 1 prezintă situația preconizată la nivelul anului 2013 (nu sunt prevăzute modificări majore în managementul deșeurilor față de situația prezentă analizată la pct.1.)

În scenariu 2 (2018) este preconizată trecerea de la depozitare la incinerare. Se consideră că perioada dintre anii 2013-2018 este suficientă pentru construcția și punerea în funcțiune a stației de incinerare. Ca alternative scenariul 2a propune depozitarea în continuare ca și până în prezent fără utilizarea sau incinerarea biogazului rezultat, 2b depozitarea cu incinerarea biogazului de depozit, scenariul 2c situația în care deșeurile ar fi incinerate cu creditarea energiei rezultate (metoda 2), iar scenariul 2d depozitare cu incinerare biogaz și creditarea energiei rezultate (metoda 2).

Scenariile 3-4 prezintă situațiile preconizate pentru perioada 2023- 2032, fiind prevăzută ca și în cazul scenariului 2 după reciclare și compostare tratarea deșeurilor prin incinerare. Scenariul 5a prezintă situația alternativă a depozitării în ultimul an al duratei vieții depozitului Țuțora (2032) cu recuperarea energiei dar fără creditare, scenariul 5b situația în care energia rezultată din recuperarea biogazului ar fi creditată, iar scenariul 5c incinerarea deșeurilor și creditarea energiei rezultate. Ultimul scenariu 6 abordează incinerarea fără creditarea energiei rezultate în anul 2038.

2.1. Metodologia studiului ECV

Conform cadrului metodologic standardizat ECV cuprinde următoarele faze care trebuie parcurse iterativ (figura III. 2):

Figura III.2. Limitele sistemului analizat

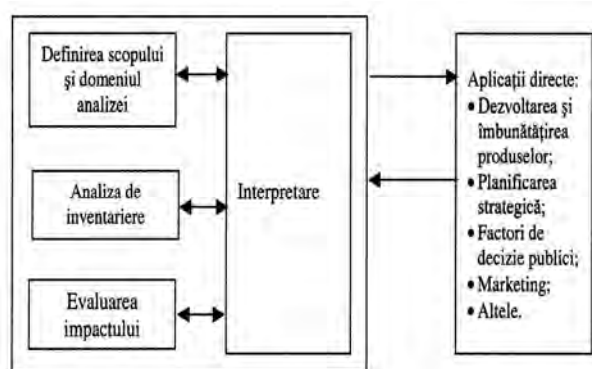
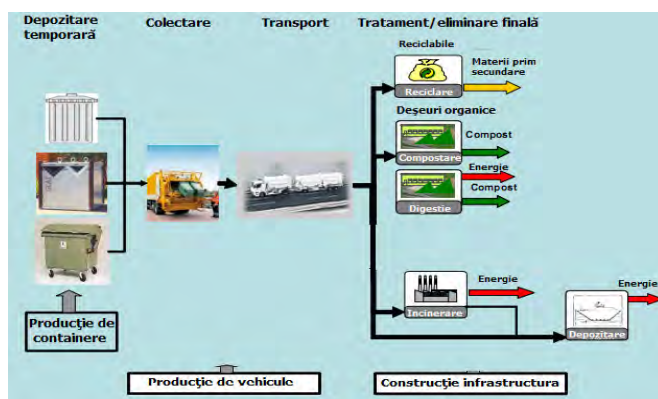


Figura III.3. Fazele ECV (sursa STANDARD ISO 14040/2006)
(Sursa adaptata dupa LCA IWM, 2005)



Definirea scopului și a domeniului de aplicare definește și descrie produsul, procesul sau activitatea ce trebuie evaluată, alege baza funcțională pentru comparație și stabilește definit nivelul cerut de detaliu studiului.

Scopul prezentului studiu ECV este de a analiza evoluția impactului asupra mediului al sistemului de management al DSM din județul Iași în perioada 2011-2038, prin compararea unor scenarii evolutive care iau în considerare creșterea cantităților de deșeuri colectate și valorificate prin reciclare și compostare precum și scenarii alternative de tratare a deșeurilor prin trecerea de la depozitarea controlată la valorificarea energiei acestora prin incinerare.

Unitatea funcțională a studiului este fie o tonă de deșeuri pentru comparațiile unitare, fie cantitatea totală de DSM generată în anul scenariului în Municipiul Iași și preluată în cadrul sistemului de management al acestor deșeuri.

2.2. Limitele sistemului

Sistemul studiului începe cu colectarea DSM din zonele de locuit ale municipiului și include transportul deșeurilor, diversele metode de tratament ale acestora (depozitarea, reciclarea, compostarea și incinerarea). Limitele sistemului se încheie o dată cu eliminarea finală a deșeurilor fie că este vorba de depozitare sau incinerare. Ciclurile de viață ale produselor secundare nu sunt luate în considerare în cadrul acestui sistem.

Figura III. 3. prezintă limitele sistemului analizat.

Analiza Inventarului reprezintă inventarierea extracțiilor și emisiilor, a utilizărilor de combustibili și materii prime cuantificate pentru fiecare proces și apoi combinate în diagrama de flux și raportate la baza funcțională.

Datele AICV pentru acest studiu au fost colectate din Strategia privind Managementul Deșeurilor în Județul Iași (CJ Iași, 2009), Master Planul menționat anterior (ROMAIR CONSULTING LTD, 2006). Principala bază de date în domeniul ECV utilizată este Ecoinvent din Elveția (Ecoinvent Centre, 2011) integrată în soft, cu accesul asigurat pe baza licenței Sima Pro. Deasemeni, un soft furnizat de Ecoinvent pe baza aceleiași licențe a permis obținerea inventarelor ciclului de viață ale unor fracțiuni de deșeuri pentru care nu existau date în bazele de date integrate în SimaPro. Astfel, acest soft a fost utilizat pentru obținerea inventarului ciclului de viață al depozitării fracțiunii deșeurilor organice. În cazul în care datele furnizate de Ecoinvent au fost insuficiente au fost utilizate și alte baze de date integrate în cadrul softului SimaPro între care și noua bază de date ELCD din cadrul Platformei europene privind ECV (Joint Research Center, 2010).

Toate datele utilizate în studiu au fost ajustate conform condițiilor din țara noastră.

3. Compoziția deșeurilor

Proгноza cantităților de DSM generate în județul Iași precum și a compoziției acestora a fost realizată pentru perioada 2011-2038, pe baza datelor preluate din Anexa 3.3 din Master Planul pentru managementul deșeurilor în județul Iași –Asistența tehnică pentru pregătirea Portofoliului de proiecte sector deșeuri 2. **Pentru fiecare an al scenariilor preconizate a fost calculată o compoziție specifică pe baza a nouă fracțiuni a DSM compoziție prezentată în tabelul III. 2.**

Tabelul III.2. Compoziția deșeurilor rămasă după reciclare și compostare pentru incinerare/depozitare

Nr. crt	An	DSM colectat t	Compoziție deșeu rămas pentru depozitare/incinerare								
			H%	C%	S%	P%	M%	L%	T%	B%	A%
1	2011	219651	2,3	1,2	2,1	2,4	1,4	0,4	3,5	55,9	30,8
2	2013	272345	2,3	1,2	1,9	1,9	1,7	0,3	3,4	58	29,3
3	2018	297179	3,9	2,1	2	2,8	1,7	0	5	58,8	23,7
4	2023	318707	4,1	2,2	2,1	3	1,7	0	5,2	56,9	24,8
5	2028	344376	4,1	2,2	2,1	3,3	1,5	0	5,2	56,7	24,9
6	2032	362165	6,3	3,3	2,4	7,3	3	0	5,6	57,8	14,3
7	2038	382435	6,3	3,3	2,3	7,3	2,9	0	5,6	58	14,3

Tabelul III.3. Puterea calorică inferioară a deșeurilor incinerabile, precum și cantitățile de zgură, energie electrică și termică rezultate din incinerare

An	Incinerare t	PC inf GJ/t	Zgură		Energie electrică		Energie termică	
			t/t	t/an	Kwh/t	Gwh/an	MJ/t	GJ/an
2018	227936,29	7,4	0,192	43763,7682	260	59,26	2140	487784
2023	234887,06	7,52	0,19	44628,5412	270	63,42	2150	505007
2028	254838,24	7,61	0,188	47909,5891	280	70,39	2160	543011
2032	253153,33	8,58	0,185	46833,36698	290	73,41	2170	549343
2038	267704,5	8,59	0,182	48722,219	300	80,31	2180	583596

Se observă creșterea puterii calorifice inferioare a DSM, precum și a energiei electrice și termice produse dar și a zgurei, cenușei și nămolului rezultat din incinerare.

Dintre fracțiunile care formează DSM continuă să predomină în toată perioada analizată deșeurile organice, cu toate eforturile întreprinse pentru deturnarea acestora de la depozitare prin compostare sau digestie anaerobă. Acest lucru arată că în cazul utilizării depozitării ca opțiune principală de management al deșeurilor în județul Iași obiectivele directivei privind depozitarea referitoare la reducerea cantităților de deșeuri biodegradabile până în 2016 ar putea să nu fie îndeplinite, ceea ce ar putea atrage după sine penalizări. În același timp însă, această fracțiune este în conformitate cu Directiva UE privind promovarea utilizării energiei din sursele regenerabile (EC, 2009/28), singura fracțiune din DSM care este luată în considerare ca biomasă, deci o resursă regenerabilă de energie.

Se poate observa de asemenea, creșterea procentului de deșeuri incinerabile cu putere calorifică mai ridicată cum sunt hârtia, cartonul și plasticul precum și textilele, creșterea într-o măsură mai mică a deșeurilor inerte de sticlă și metal, în timp ce deșeurile biodegradabile se mențin într-un procent aproape constant, iar procentul deșeurilor de lemn a scăzut.

Începând cu anul 2018, de când este preconizată trecerea la incinerare este importantă și determinarea puterii calorifice inferioare a deșeurilor a cărei evoluție împreună cu energia termică și electrică precum cantitățile de zgură, cenușă și nămol rezultate din incinerare este prezentată în tabelul III. 3.

3.1. Colectarea și transportul deșeurilor

Distanța de transport pentru deșeurile generate în județul Iași până la depozitul Țuțora calculată prin medie ponderată pe baza cantităților de deșeuri generate în zonele urbane și rurale ale județului, preluate din Master Planul privind Managementul Deșeurilor (2009) și a distanțelor între aceste zone și depozitul Țuțora este de 25,4 km. Scopul principal al analizei este compararea impactului de mediu al diverselor alternative de tratare a deșeurilor și din acest motiv aceeași distanță a fost luată în considerare și în cazul colectării și transportului către stația de incinerare pentru ca procesul de colectare și transport să nu influențeze rezultatele comparației.

De fapt, toată infrastructura facilităților de sortare, reciclare, compostare este prevăzută pe același amplasament pentru a uniformiza impactul de mediu rezultat din transport.

3.2. Sortarea și reciclarea

Consumul stației de sortare luat în calcul este de 7,8 kwh/t rezultând un consum anual de 81900 kwh. Ca urmare a reciclării, rezultă o serie de produse secundare.

Există două metode consacrate de abordare a tratamentului deșeurilor în studiile ECV. În primul caz aplicat, cu privire la reciclare se consideră că impactul de mediu al tuturor proceselor implicate în reciclare (colectarea la sursă, depozitarea, sortarea, transportul către instalațiile de procesare, precum și procesarea materialelor provenite din deșeuri pentru obținerea unor produse sau materii secundare) este echivalent cu valoarea impactului de mediu care ar rezulta dacă materialele sau produsele secundare ar fi realizate în mod obișnuit din resurse primare și nu din deșeuri. Cu alte cuvinte în ciclul de viață al deșeurilor analizate impactul de mediu al reciclării este nul. Această metodă nu necesită cuantificarea detaliată a proceselor implicate în reciclare sau a produselor secundare realizate (vezi figura III.4.).

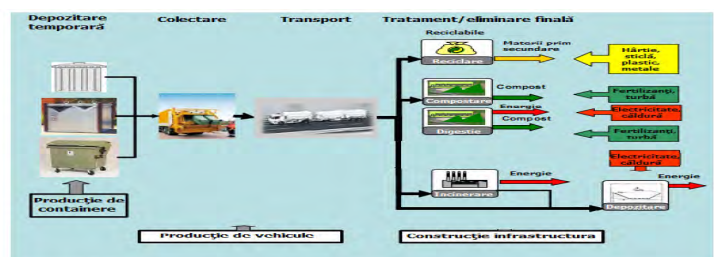


Figura III.4. Limitele sistemului în cazul abordării opțiunilor de tratament al DSM prin creditare (metoda 2)

Și în acest caz prin extinderea limitelor sistemului ciclului de viață al sistemelor de management al deșeurilor analizate, se consideră că produsele secundare rezultate din reciclare înlocuiesc următoarele produse primare echivalente: lingouri de Al, hârtie lemnoasă, granule medii de polietilenă, sticla virgină și lemnul. Aceste produse primare sunt luate în calcul în cadrul sistemului analizat cu un impact pozitiv deoarece se consideră că este evitată producerea lor. Din acest impact pozitiv este scăzut impactul cuantificat al proceselor menționate necesare pentru realizarea reciclării. Cum majoritatea produselor realizate sunt produse energointensive, a căror realizare presupune un impact mult mai mare decât impactul negativ generat de toate activitățile de reciclare menționate, prin diferență rezultă un impact pozitiv important în majoritatea scenariilor. Astfel, pe ansamblu rezultă un impact pozitiv al reciclării în cadrul sistemului de management al deșeurilor. ***Această a doua metodă este cunoscută și sub numele de creditare.***

Creditarea se poate aplica nu numai reciclării ci și compostării, digestiei anaerobe, incinerării, sau chiar depozitării când este utilizată energia realizată prin incinerarea biogazului. Acest impact pozitiv este cu atât mai mare cu cât procentul de deșeuri reciclate, compostate, incinerate sau depozitate cu incinerarea biogazului este mai ridicat. O mare importanță pentru această metodă este alegerea produselor/energiei înlocuite (evitat a fi produse).

În majoritatea scenariilor a fost utilizată prima metodă de abordare a reciclării. Doar în scenariile alternative notate cu asterisc reciclarea a fost abordată prin a doua metodă (creditarea).

3.3. Compostarea

Compostarea poate și ea fi abordată în ECV la fel ca reciclarea. Cu alte cuvinte impact de mediu nul (prima metodă) sau impact calculat detaliat considerând că produsul evitat a fi realizat este un îngrășământ organic pe bază de N (metoda a doua). În majoritatea scenariilor a fost utilizată prima metodă cu excepția scenariilor la care a fost aplicată creditarea sau atunci când s-a dorit compararea compostării cu digestia anaerobă sau alte opțiuni pentru tratarea deșeurilor organice.

3.3.1. Compostarea aerobă

Datele pentru acest caz au fost preluate din baza de date Ecoinvent, raportul Ecoinvent nr. 15 (Ecoinvent Centre, 2007) precum și o teză de doctorat din Danemarca (Andersen, 2010), dar sunt readaptate pentru România. Compostul este produs din deșeu biodegradabil. Deșeurile biodegradabile gospodărești sunt contaminate cu metale grele și alți compuși toxici, astfel încât tendința este în țările dezvoltate ca acestea să fie tratate mai degrabă prin incinerare decât compostare. Compostul provine în mod obișnuit din deșeuri colectate din grădini, bucătării etc. și este utilizat pe scară largă în agricultură, deoarece ajută la îmbunătățirea atât a structurii solului cât și a conținutului lui de nutrienți.

Există diferite tehnologii de compostare: compostarea în brazde deschise sau compostarea în tunel închis. Tehnologia analizată este *compostarea aerobă în brazde*, într-o stație de compostare deschisă, tehnologie care va fi probabil utilizată și la viitoarea stație de compostare de la complexul de tratare a DSM de la depozitul Țuțora.

În figura III.5. este prezentată schema unei instalații de compostare de acest tip, din Danemarca municipiul Aarhus (Andersen, 2010).

Deșeurile intrate (circa 16000t/an) reprezentate din deșeuri organice și deșeuri de grădină sunt supuse în primul rând unei operații de pretratare prin mărunțire, operație prin care sunt eliminate elementele și substanțele contaminante.

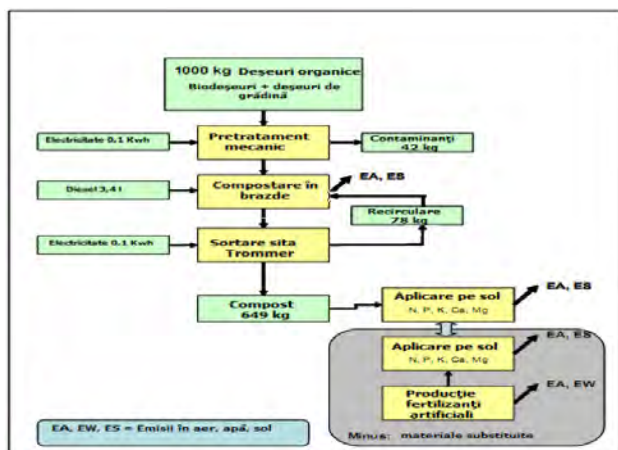


Figura III.5. Schema fluxurilor materiale ale unei instalații de compostare

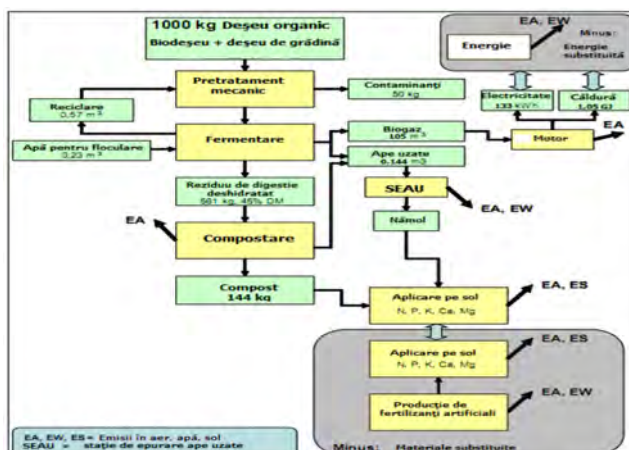


Figura III.6. Schema fluxurilor principale într-o stație de digestie aerobă termofilă cu o treaptă

Apoi cu ajutorul unui încărcător frontal se trece la etapa de compostare prin aranjarea deșeurilor în brazde deschise, brazde care sunt întoarse periodic cu ajutorul aceluiași încărcător.

Instalația are o durată de viață de 25 de ani. Majoritatea deșeurilor intrate (circa 65%) se regăsesc în produsul final, compostul matur. Cantitatea de compost produsă este de 649 kg/t de deșeuri organice tratate. Restul de 35% este pierdut în atmosferă ca umezeală și substanțe volatile. Raportul C/N din compost, foarte important pentru calitatea acestuia, este de 16,1. Metalele grele se regăsesc de asemenea în compost, dar concentrațiile acestora sunt sub pragurile admise pentru aplicare pe sol. Pe baza acestor caracteristici rezultă că acest compost produs la Aarhus are o calitate bună, putând fi utilizat ca îngrășământ în horticultură sau ca turbă pentru ghiveciurile casnice. Și în cazul acestui proces rezultă un impact pozitiv produsul realizat compostul evitând producerea unui îngrășământ organic pe bază de N. Datele privind producția acestui îngrășământ sunt deasemeni preluate din baza de date Ecoinvent.

Principalul avantaj al tehnologiei de compostare în brazde este faptul că această tehnologie nu necesită investiții și nici cheltuieli importante pentru realizarea compostului. Principalul dezavantaj este faptul că astfel de instalații necesită ocuparea unor suprafețe de teren importante.

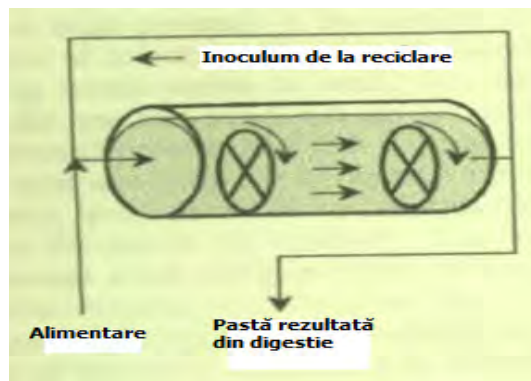
3.3.2. Digestia anaerobă

Datele utilizate sunt preluate tot din baza de date Ecoinvent și raportul Ecoinvent nr. 17 (Ecoinvent Centre, 2007b) reprezentând o instalație de fermentare pentru procesarea a 10000 t de deșeuri biodegradabile/an. Instalația ocupă o suprafață de 3000 m² și are o perioadă de operare de 25 de ani (Fig. III.6).

Deșeul livrat trece în primul rând printr-un proces de pretratament (separare a dimensiunilor grosiere). În acest stadiu circa 1% din contaminanți sunt separați și inventariați ca deșeuri gospodărești ce vor fi eliminate prin incinerare sau depozitare. Materialul rămas este apoi amestecat într-un mixer cu apă de proces și material care este deja fermentat. Trecând prin schimbătoare de căldură substratul este pompat la un fermentator orizontal. Procesul de fermentare în incinta fermentatorului este bazat pe fermentare uscată anaerobă termofilă la o temperatură de circa 55⁰ C. Timpul de retenție în fermentator este de circa 14 zile. În timpul procesului de fermentare este produs biogaz. Apa este apoi îndepărtată mecanic din materialul fermentat. Apa îndepărtată este utilizată parțial ca fertilizant în agricultură și pentru umezire în post-compostare. În plus materialul rezultat din digestie este utilizant ca fertilizant în agricultură. O tonă de deșeuri biodegradabile produce 144kg de apă de proces și aceeași cantitate de material rezultat din digestie, disponibil ca fertilizant. Ambele produse sunt utilizate ca fertilizanți în agricultură. Cantitatea de biogaz produsă este de 0,1 Nm³/kg de deșeuri biodegradabile.

Figura III.7. prezintă un digestor (reactor, fermentator) orizontal de tip Kompogaz pentru care au fost utilizate datele în studiul de față.

Figura III.7. Digestor utilizat pentru digestie anaerobă
Tehnologia Kompogaz (Elveția)



Tabelul III.5. Caracteristicile principale ale tehnologiilor DeNOx

	SNCR	SCR –conținut mare de praf	SCR-conținut redus de praf
Agentul reducător	Amoniac (NH ₃) (poate fi utilizată și ureea (NH ₂) ₂ CO)	Amoniac	Amoniac
Reducerea are loc	...direct în camera de incinerare	...înainte de scrubul umed (într-un mediu cu un conținut ridicat de praf)	...după scrubul umed (într-un mediu cu conținut redus de praf)
Catalizatorul	-	Catalizator V-Ti	Catalizator V-Ti
Timp de viață al catalizatorului	-	Redus din cauza mediului cu conținut ridicat de praf	Timp normal de viață de aproximativ 3 ani
Temperatura de reacție	800-1000°	250-300°	250-300°
Energie suplimentară	-	-	arzător de gaze naturale

4. Incinerarea

Datele pentru acest proces au fost preluate din baza de date Econivent, Raportul Econivent nr. 13 part.II (Ecoinvent Centre, 2009), Documentul de referință (BREF) pentru cea mai bună tehnică disponibilă pentru incinerarea deșeurilor (EC, 2006) și baza de date ELCD (Joint Research Center, 2010).

Având în vedere necesitatea unei investiții care să rezolve problema eliminării finale a DSM la nivelul județului Iași am luat în considerare o stație de incinerare cu o capacitate de 250000-300000 t/an, capacitate puțin peste media incineratoarelor din Europa (200.000t/an conform BREF) și două linii pentru a permite funcționarea alternativă în cazul defectării uneia dintre ele.

Ele constau din rânduri de electrozi descărcare (cabluri sau tije metalice subțiri), asupra cărora se aplică curent de înaltă tensiune, care sunt dispuse între o serie de rânduri paralele de plăci metalice care colectează particulele încărcate.

După filtrarea electrostatică un scrubler umed în mai multe trepte (14) este utilizat pentru a elimina componentele nocive din gazele de ardere ca SO_x și HCl prin spălarea gazului într-un turn de reacție. Proiectat pentru a oferi un grad înalt de contact între gaz și lichid, gazele sunt răcite de jeturile de apă în prima etapă, îndepărtând HCl, HF, și o parte din particule precum și metalele grele.

În a doua treaptă hidroxidul de calciu sau alte substanțe alcaline corespunzătoare sunt utilizate pentru a îndepărta SO_x și HCl rămas. Lichidul din scrubler este neutralizat (18), metalele grele sunt precipitate (19) și separate ca nămol (20) într-o instalație de epurare a apelor uzate. Apa epurată este de obicei descărcată într-un râu.

După scrublerul umed gazul purificat intră într-o instalație DeNO_x (reducere a oxizilor de N). Poate fi utilizată o tehnologie SCR (reducere catalitică selectivă) sau SNCR-DeNO_x (reducere selectivă non catalitică). De obicei este însă utilizată o instalație SCR ca și în cazul de față (vezi tabelul 5 pentru diferența între cele două tehnologii). Gazul de ardere purificat este condus la un coș. Aproximativ 75% din masa originală a deșeurilor este transferată către compuși gazoși cum sunt CO₂ gazos, N₂ ca element și H₂O cu alte gaze în cantități foarte mici (urme).

În tabelul III.5. sunt prezentate principalele diferențe între tehnologiile utilizate pentru reducerea oxizilor de azot din gazele de ardere (tehnologii DeNOX).

În figura III.8. este prezentată schița unui incinerator din Germania cu tehnologie DeNOX de tip SNCR.

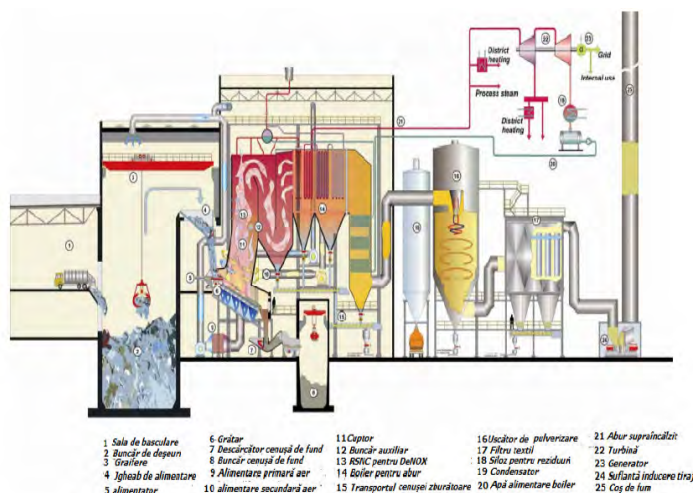


Figura III.8. Schița unei instalații de incinerare conform CEWEP (tehnologie DeNOx tip SNCR)

Tabelul III.6. Factori de emisie pentru dioxină utilizați în studiul ECV

Tip proces	ngTEQ pt/Nm ³ de gaze de ardere	ng/kg deșeu (cu 6 Nm ³ de gaze de ardere pe kg de deșeu)
cu DeNOx	0,5	3
fără DeNOx	6	36

Legenda TEQ= Echivalent toxic

4.1. Încărcări rezultate din incinerare specifice diferitelor tipuri de deșeuri

Față de alte metodologii anterioare care utilizau pentru determinarea emisiilor/încărcărilor asupra diferitelor componente ale mediului rezultate din incinerare factori de emisie (care nu erau diferențiați în funcție de compoziția deșeurilor) metodologia Ecoinvent aplicată permite determinarea emisiilor/încărcărilor specifice pentru compoziții ale DSM specifice. În această metodologie abordarea fiecărei fracțiuni din care sunt compuse DSM se face ca și cum acestea ar fi incinerate separat.

Calculul se face pe baza: a) compoziției procentuale ale fracțiunilor componente ale DSM, b) compoziției elementelor chimice a fiecăreia dintre aceste fracțiuni c) transferului fiecărui element chimic al fiecărei fracțiuni către ieșirile relevante din incinerare pe baza coeficienților de transfer. **Există cinci astfel de ieșiri relevante: 1) emisiile în aer, 2) emisiile în apă, 3) zgura (cenușa de fund), 4) cenușa zburătoare în filtrul EST, 5) nămolul provenit de la scrubber.**

În anexa 1 este prezentat modul detaliat în care se face calculul încărcărilor specifice deșeurilor prin această metodologie inclusiv calculul coeficienților de transfer precum și un tabel cu coeficienții de transfer rezultați din incinerare pentru toate elementele chimice care compun deșeurile între toate ieșirile menționate.

Există însă și o serie de încărcări care sunt constante pentru orice compoziție de deșeuri reprezentând emisiile și intrările cunoscute sub denumirea de **încărcări specifice procesului**. Dintre acestea pot fi menționate emisiile în atmosferă de NOx termal, COV, particule în suspensie, CO precum și dioxine și furani. Pentru aceste încărcări sunt utilizați factori de emisie. Astfel, în tabelul III.6. sunt prezentați factorii de emisie pentru dioxină.

Dioxinele au reprezentat probabil principala cauză pentru reputația publică proastă a incineratoarelor de DSM ca instalații deosebit de poluante a aerului. Astfel până în anul 1980 în Elveția incineratoarele de DSM erau responsabile pentru circa 75% din emisiile de dioxină. Astăzi însă situația

s-a schimbat radical. Incineratoarele de DSM au o contribuție minoră în emisiile totale de dioxină. Cel mai important poluant sunt gospodăriile casnice cu focurile deschise și incinerarea ilegală a deșeurilor. În privința încărcării provenite de la eliminarea finală a deșeurilor emisiile de dioxină de la un incinerator de DSM de obicei joacă un rol minor. Mai multe pericole pentru sănătate sunt legate de emisiile de levigat din resturile solide rămase după incinerare care sunt depozitate.

4.2. Fluxurile elementelor chimice în lungul procesului de incinerare al DSM

Soarta elementelor chimice în cadrul procesului lanț de eliminare a deșeurilor poate fi ilustrată cu ajutorul diagramelor fluxurilor de materiale, așa numitele **diagrame Sankey**. În aceste diagrame, lățimea săgeților este proporțională cu fluxul material prezentat. Figura III.9. prezintă diagrama Sankey pentru Sulf.

Pentru sulf cea mai mare parte a acestui element este transferată ca zgură și material rezidual în depozit. O mare parte din sulf (580g/kg) este cuprinsă în zgură. O parte considerabilă (340 g/kg) este necesar să fie îndepărtată din fluxul de gaze de ardere prin spălare în scrubber și este transferată către depozitul de deșeuri sau emisă în apa efluentă din incineratorul de DSM. Numai 0,2% este emisă în aer ca dioxid de sulf. În depozitul de deșeuri majoritatea sulfului este erodat și emis în decursul timpului.

Figura III.9. Diagrama Sankey cu fluxurile transferate în lungul procesului de incinerare pentru S

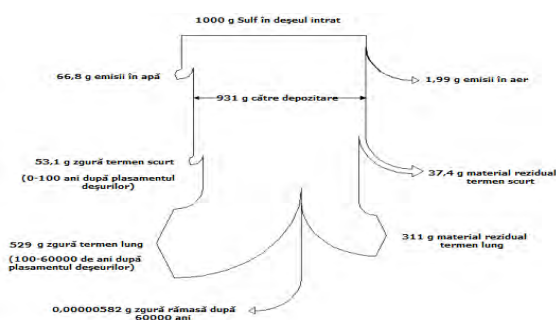
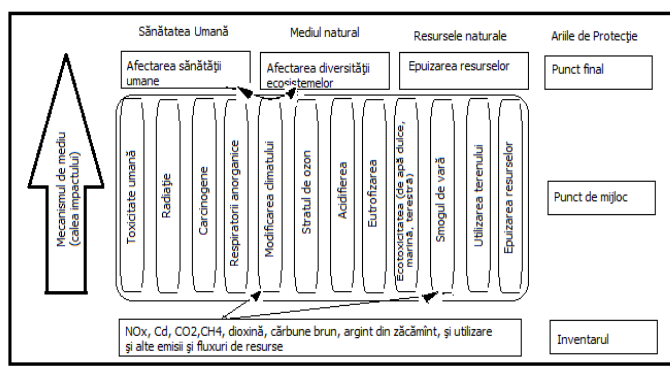


Figura III.10. Evaluarea Impactului Ciclului de Viață. Trepte schematice de la inventar la punctele finale ale categoriei



5. Evaluarea Impactului

Evaluarea Impactului reprezintă faza în care efectele utilizării resurselor și emisiilor generate sunt grupate și cuantificate într-un număr limitat de categorii de impact, care pot apoi să fie ponderate în privința importanței lor. Rolul Evaluării Impactului Ciclului de Viață (EICV) este de a sintetiza rezultatele ICV la câteva categorii de impact sau chiar la o singură cifră care să exprime valoarea impactului asupra mediului sistemului analizat.

În contextul ECV evaluarea impactului este analizată pe baza mecanismului de mediu (vezi figura III.10.) care mai este cunoscut și sub denumirea de „calea impactului” sau „lanțul cauză-efect”.

Tabelul III.7. prezintă mecanismul de mediu al categoriei de impact modificarea climatului.

Tabelul III.7. Mecanismul de mediu al categoriei de impact modificarea climatului

Intervenții de mediu	Puncte de mijloc			Efect final	Arii de protecție
Transport și degradare	Impact primar	Impact secundar	Impact terțiar	Impact final	
emisiile CO ₂ → conc.crescute → atmof. CO ₂	creșterea radiației → infraroșii	→ încălzire globală	→ creșterea nivelului mării	decese umane → pierdere biodivers. →	sănătate umană → sănătate ecosist.

Tabelul III.8. Termeni utilizați în evaluarea impactului Ciclului de viață (EICV)

Termen	Exemplu
Categorie de impact	Modificarea climatului
Rezultat al analizei inventarului ciclului de viață	Gaz cu efect de seră
Model de caracterizare	Model IPCC *
Indicator de categorie	Energia radiațiilor infraroșii W/m ²
Factor de caracterizare	Potențialul de încălzire planetară pentru fiecare gaz cu efect de seră (kg echivalent CO ₂ /kg de gaz)
Efect (impact) final pentru categorie	Recifii de corali, păduri, culturi agricole
Relevanța pentru mediu	Gradul de legătură între indicatorul categoriei și impactul final pe categorie

Tabelul III.8. oferă exemplul unor termeni utilizați în STANDARDUL ISO 14044:2006 privind procesele de mediu legate de modificarea climatului.

Conform standardului ISO 14044:2006 indicatorul de categorie poate fi ales oriunde în cadrul mecanismului de mediu între rezultatele Analizei de Inventar și efectul (efectele) final(e) sau impactul (punctul) final al categoriei. În funcție de locul de definire al indicatorului categoriei în lanțul cauză-efect au fost dezvoltate diferite metodologii ale EICV.

Astfel, metodologiile EICV în care indicatorul de categorie este definit în apropiere de intervenția de mediu (ieșirea din inventar) sunt cunoscute sub denumirea de metodologii orientate asupra problemei (temei) de mediu (metodologii de punct de mijloc), iar metodologiile în care indicatorul de categorie este definit în zona efectului, sau ariilor de protecție, poartă numele de metodologii orientate asupra funcției de deteriorare (de punct final). În terminologia ISO legătura dintre indicatorul de categorie ales și punctul final al categoriei este numită *“relevanța de mediu a indicatorului categoriei”*.

În ultimul timp au fost dezvoltate și metodologii EICV integrate cuprinzând categorii de impact definite la ambele nivele (JRC European Commission, 2010).

În general la nivel de punct de mijloc este diferențiat un număr mai mare de categorii de impact (circa 10) și rezultatul are o mai mare acuratețe și precizie în comparație cu cele trei arii de protecție ce sunt de obicei utilizate pentru evaluări de punct final. În schimb la nivel de punct final relevanța indicatorului de categorie este ridicată: acesta este nivelul care contează în ultimă instanță pentru societate și care permite legătura directă cu metodele de ponderare (Guninee și colaboratorii, 2002).

Ambele opțiuni de alegere a locului de definire a indicatorului de categorie au avantaje și dezavantaje. Alegerea indicatorului mai aproape de intervenția de mediu (ieșirea din inventar) oferă avantajul unui nivel mai scăzut de incertitudine, deoarece numai o mică parte din mecanismul de mediu trebuie modelată în timp ce indicatorii stabiliți în apropiere de punctul final au un nivel ridicat de incertitudine. În schimb indicatorii aleși la punctul final sunt mult mai ușor de înțeles și interpretat de către factorii de decizie.

Exemplul de metodologii orientate asupra problemei: CML 2001, EI-95 și EDIP 2003. Exemplu de metodologii orientate asupra efectului: Eco Indicator 99 (EI 99) și EPS.

În ultimul timp există tendința de a reuni cele două abordări și de a dezvolta metodologii combinate care să cuprindă împreună atât categorii de impact de punct de mijloc cât și de punct final cum sunt metodologiile IMPACT 2002 sau ReCiPe.

În acest studiu am ales să utilizăm metodologiile EICV prezentate sumar în tabelul III.9.

Tabelul III.9. Metodologiile de EICV utilizate în studiul de față

Acronim	Denumire metodologie	Locul stabilirii indicatorului categoriei	Modul realizare de al ponderării	Pagina web
EI 99	Eco Indicator 99	Orientată asupra efectului (punct final)	Consultarea experților	www.pre.nl
EDIP 2003	Environmental Design of Products	orientată asupra problemei (de punct de mijloc)	distanța față de țintă	Universitatea Tehnică din Danemarca
ReCiPe 2008		Combinată	Consultarea experților	www.pre.nl
EPS 2000	Environmental Priority Strategy	Orientată asupra efectului (punct final)	Monetară disponibilitatea de a plăti	www.cpm.chalmers.se
CML 2001	Institutul de Științe (CML) al Universității Leiden (Olanda)	orientată asupra problemei (de punct de mijloc)	(fără ponderare)	www.cml.leiden.edu

Ori de câte ori nu s-a dorit cuantificarea impactului global cu o singură cifră prin ponderare, ci comparația între diferitele categorii de impact ale opțiunilor de tratare a deșeurilor investigate, a fost acordată prioritate, metodologiei clasice de evaluare a impactului CML 2001. Când s-a dorit compararea impactului global al diferitelor opțiuni s-au utilizat celelalte metodologii.

5.1. Interpretarea

În această fază rezultatele sunt raportate în cel mai informativ mod posibil și sunt evaluate sistematic cerințele și oportunitățile pentru a reduce impactul produsului/serviciului asupra mediului.

5.2. Rezultate

Pentru toate opțiunile de management al DSM analizate respective cele principale incinerarea și depozitarea și cele adiționale reciclarea, compostarea și digestia anaerobă, au fost luate în considerare ciclurile de viață ale tuturor celor nouă fracțiuni din DSM (metale (Al), sticlă (S), carton (C), hârtie(H), sticlă (S), plastic (P), lemn (L), deșeuri organice (DO), alte deșeuri (AD)). În diagramele III.11 și III.12 sunt prezentate rezultatele impactului global determinat prin metoda **EI 99** pentru tratarea lor prin incinerare și depozitare. Unitatea funcțională este în acest caz 1t din fracțiunea respectivă de deșeu.

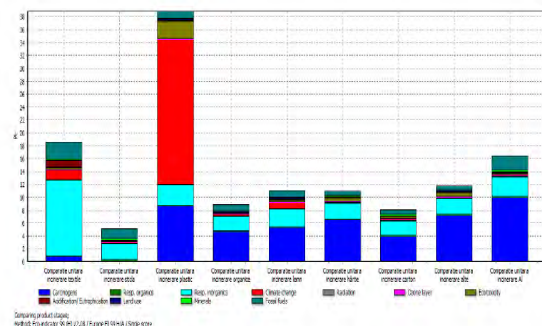


Figura III.11. Comparația impactului de mediu global al incinerării diverselor fracțiuni din cadrul DSM (metodologia EI-99)

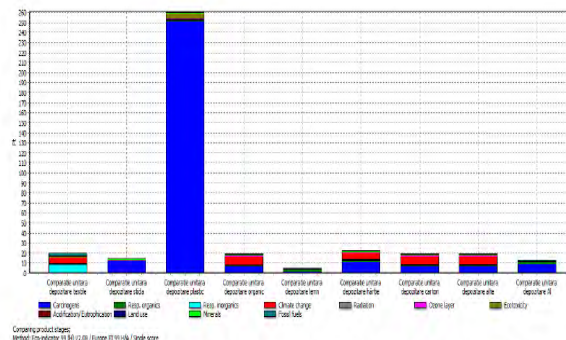


Figura III.12. Comparația impactului de mediu global al depozitării diverselor fracțiuni din cadrul DSM (metodologia EI-99)

Se observă că impactul cel mai mare al mediului este determinat de plastic atât pentru incinerare cât și pentru depozitare. Dintre categoriile de impact predominante remarcăm substanțele carcinogene și modificarea climatului.

Pentru incinerare, ordinea descrescătoare a impactului este $P > T > Al > AD > L > H > DO > C > S$, iar pentru depozitare $P > H > T > AD > C > DO > S > Al > L$.

Continuând comparațiile unitare în graficul următor (figura III.13.) este prezentată comparația din punct de vedere al impactului global asupra mediului pentru cele două opțiuni principale de management a DSM, incinerarea și depozitarea. Unitatea funcțională aleasă este 1 t de DSM iar metodologia de evaluare a impactului tot EI-99. Comparația s-a făcut la nivelul anului 2018, luând în considerare compoziția proiectată pentru acel an a DSM din județul Iași. Pentru depozitare s-au luat în considerare două variante: fără incinerarea biogazului de depozit (2018 fi) și cu incinerarea acestui biogaz (2018 ib).

Se remarcă faptul că opțiunea cea mai bună din punct de vedere al mediului este incinerarea. Dintre cele două opțiuni referitoare la depozitare un impact global mai redus se obține în cazul incinerării biogazului de depozit, datorită în primul rând reducerii impactului de modificare a climatului prin incinerarea metanului conținut în biogaz.

Dintre categoriile de impact remarcăm că în cazul depozitării ponderea este dată pe lângă modificarea climatului de substanțele carcinogene. În schimb în cazul incinerării un impact mai mare față de depozitare

apare în cazul substanțelor anorganice cu efect asupra aparatului respirator (oxizi de N, particule în suspensie cu $\text{Ø} < 10 \mu\text{m}$).

În figura III.14. în plus față de comparația anterioară, se încearcă cuantificarea relativă din punct de vedere al protecției mediului, a încă două opțiuni pentru managementul deșeurilor: compostarea aerobă și digestia anaerobă. Unitatea funcțională este 1t din fracțiunea organică (deșeuri biodegradabile) a DSM, iar metodologia de evaluare a impactului EI-99. Pentru ca această comparație să fie reprezentativă cele patru opțiuni de management au fost aplicate numai fracțiunii organice din DSM, deoarece compostarea și digestia anaerobă se pot aplica numai acestei fracțiuni. De asemenea, deoarece în cazul compostării și digestiei anaerobe pentru a obține valori semnificative ale impactului trebuie să utilizăm creditarea (utilizând prima metodă, impactul de mediu al acestor metode de tratament este nul), pentru echivalență am aplicat creditarea precum și pentru incinerarea și depozitarea fracțiunii organice din DSM, luând în considerare substituția energiei (electrice și termice) produse.

Se observă că datorită creditării în cazul compostării aerobe și digestiei impactul global este pozitiv iar impactul negativ pentru incinerare și depozitare este mult diminuat. Cel mai bun scor din punct de vedere al protecției mediului îl înregistrează compostarea, datorită cantității mari de compost rezultate (0649 kg/t deșeu organic), urmată de digestia anaerobă, incinerarea și depozitarea.

În graficul următor din figura III.15. este prezentată diagrama de flux a primului scenariu examinat, situația prezentă în domeniul managementului deșeurilor în județul Iași la nivelul anului 2011. De data aceasta metodologia de evaluare a impactului aleasă este CML 2001, iar unitatea funcțională este cantitatea de DSM colectată în județul Iași în acel an și anume 219651 t. Fiecare bloc-diagramă reprezintă un anumit proces din scenariul analizat (în total sunt prezentate 22 de procese), iar grosimea fluxurilor care leagă aceste procese între ele este proporțională cu mărimea lor (diagramă Sankey). Categoria de impact aleasă din cadrul acestei metodologii este epuizarea resurselor abiotice. În partea de sus a bloc-diagramelor apare (în cazul acestei categorii de impact) cantitatea totală de DSM operate în procesul respectiv, iar în partea stângă jos mărimea cuantificată a impactului rezultat din procesul respectiv pentru categoria de impact avută în vedere. Termometrul din partea dreaptă a bloc-diagramei indică și el mărimea acestui impact.

Dintre diversele procese analizate ponderea cea mai mare au colectarea deșeurilor și incinerarea. Se observă că în cazul reciclării impactul de mediu al acestui proces este considerat nul fiind compensat de impactul produsului rezultat care potențial poate substitui materii prime utile (abordare prin prima metodă așa cum s-a explicat în subcapitolul referitor la reciclare).

Din acest grafic se observă cum sunt abordate diversele procese de tratare a deșeurilor. Astfel, depozitarea este tratată ca și cum fiecare dintre fracțiunile componente ale DSM ar fi depozitate separat. Dintre fracțiunile componente, cel mai mare impact este generat de către deșeurile biodegradabile, datorită faptului că și procentul acestei fracțiuni predomină în cadrul compoziției DSM Iași atingând în anul analizat 55,9%.

Depozitul Țuțora fiind un depozit relativ nou datorită faptului că biogazul rezultat este încă în cantități reduse, depozitarea este abordată în acest scenariu fără incinerarea biogazului produs.

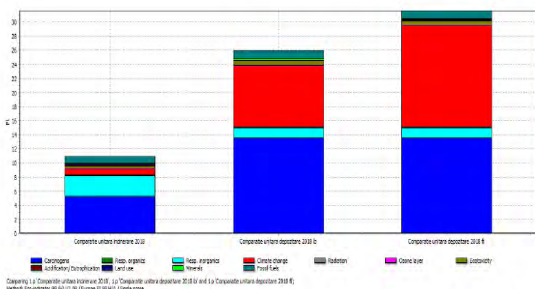


Figura III.13. Comparația unitară a impactului global al depozitării și incinerării (metodologia EI-99, compoziția deșeurilor din 2018)

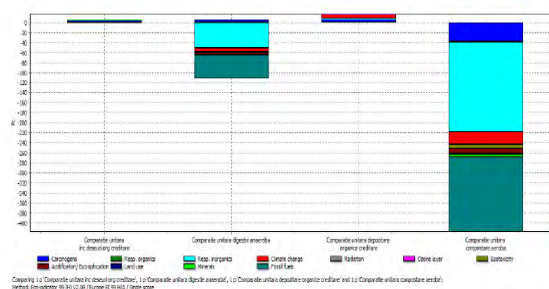


Figura III.14. Comparația unitară a incinerării, depozitării compostării și digestiei fracțiunii organice a DSM (metodologia EI-99)

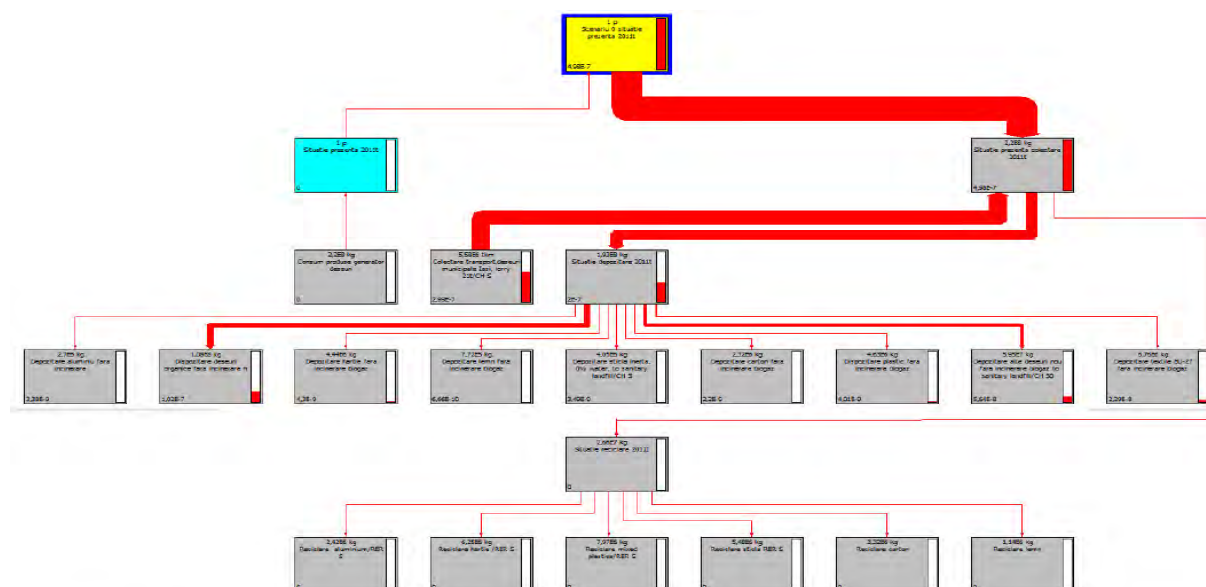


Figura III.15. Diagrama de flux a scenariului 0 (situația prezentă 2011). Metodologia de evaluare a impactului CML 2001

În figura III.16. este prezentat graficul diagramei de flux a scenariului 2 (2018), primul scenariu în care este abordată ca opțiune principală de management incinerarea în locul depozitării. Și în acest caz, metodologia de evaluare a impactului utilizată este CML 2001, unitatea funcțională este reprezentată de cantitatea de 297179 t DSM preconizate a fi colectate și procesate în acel an, iar categoria de impact aleasă este tot epuizarea resurselor abiotice.

Și în acest caz se observă că incinerarea este abordată la fel ca depozitarea în scenariul precedent ca și cum fiecare dintre fracțiunile componente ale DSM ar fi incinerate separat. În afara reciclării, observăm că în acest scenariu apare în plus față de scenariul examinat anterior și compostarea, dar atât pentru reciclare cât și pentru compostare impactul de mediu luat în considerare este nul.

Dintre procesele examinate (în total tot 22 procese) ponderea cea mai mare în determinarea impactului general revine proceselor de colectare a deșeurilor și incinerare. În cadrul procesului de incinerare ca și în cazul scenariului precedent la depozitare, ponderea impactului este determinată de fracțiunea deșeurilor organice care conform prognozei luate în considerare vor atinge în acel an 58,8%.

În figura III.17. următoare, este prezentată diagrama de flux a scenariului alternativ 2b (tot pentru anul 2018).

Metodologia de evaluare a impactului este tot CML 2001, categoria de impact, epuizarea resurselor abiotice, iar unitatea funcțională este aceeași cantitate de deșeuri procesate ca și în scenariul precedent numai că de data aceasta opțiunea principală de tratare este depozitarea. Față de scenariul 0 care aborda situația prezentă la nivelul anului 2011, se consideră că producția de biogaz a crescut suficient de mult pentru a impune colectarea și incinerarea acestuia cu sau fără recuperarea energiei rezultate din incinerare. Dintre procese ca și în scenariul 0 precedent în care este abordată depozitarea predomină colectarea deșeurilor și depozitarea, iar reciclarea și compostarea sunt luate în considerare cu impact de mediu nul.

În figura III.18. este prezentată diagrama de flux a altui scenariu alternativ la nivelul anului 2018 scenariul 2c. Scenariul propune ca opțiune principală de tratare, incinerarea. Atât metodologia de evaluare a impactului

cât și categoria de impact și unitatea funcțională sunt aceleași ca la toate scenariile abordate pentru anul 2018. Dar, în acest scenariu față de cel precedent care abordează incinerarea, toate procesele care generează materiale, produse utile sau energie cum sunt reciclarea, compostarea, sau incinerarea sunt abordate prin creditare (metoda 2). Față de scenariile precedente în care reciclării și compostării i-au fost acordate impacturi nule, în această abordare impactul de mediu al fiecăruia dintre aceste procese este cuantificat detaliat și redus din impactul determinat pentru produsele, materiile sau energia ce ar putea fi potențial substituite prin produsele, materialele și energia rezultate din aceste procese. Datorită faptului că majoritatea materialelor și produselor ca și a energiei substituibile au un impact considerabil asupra mediului, rezultă în cea mai mare parte din cazuri un impact pozitiv figurat în diagrama de flux a acestui scenariu prin culoarea verde a fluxurilor față de cea normală roșie pe care am întâlnit-o în scenariile precedente. Acest scenariu necesită o abordare mai detaliată și numărul de procese este crescut față de scenariile precedente (43 față de 22 în toate scenariile anterioare).

Doarece prezentarea tuturor celor 43 de procese pe diagrama de flux este imposibilă din cauza problemelor de lizibilitate a fost necesară o excludere a unei părți din aceste procese (cele ale căror pondere este mai redusă pentru impactul general al acestui scenariu). Astfel, în această diagramă sunt prezentate numai 18 procese din numărul total de 44, restul de 26 procese care nu sunt reprezentate având o contribuție de 8,2 % din impactul total al acestui scenariu. Cu alte cuvinte coeficientul de excludere este în acest caz 8,2%.

Dintre procesele care predomină în generarea impactului pozitiv se observă reciclarea (în special pentru plastic și Al), apoi, compostarea și incinerarea. Este interesat de remarcat așa cum se observă din acest grafic, că plasticul care după cum am văzut în scenariile comparative unitare prezentate anterior este fracțiunea din DSM cea mai poluantă, de data aceasta este fracțiunea care aduce cele mai mari beneficii mediului prin energia rezultată din incinerare datorită puterii lui calorifice mari.

În figura III.19. este prezentată altă diagramă de flux a unui scenariu alternativ din anul 2018, scenariul 2d. Este un scenariu care abordează ca opțiune principală de management depozitarea, dar propune ca și scenariul precedent creditarea materialelor rezultate din reciclare și compostare precum și a energiei recuperate din incinerarea biogazului de depozit.

Și în acest caz a fost nevoie de excluderea unor procese, coeficientul de excludere fiind de 8,3% (sunt prezentate 20 de procese din 43).

Reciclarea rămâne principalul proces care are cea mai mare pondere în determinarea impactului pozitiv fiind urmată de compostare. Energia rezultată din incinerarea biogazului are o pondere în impactul global mai mică (2,7%) decât coeficientul de excludere, astfel încât nu figurează în diagrama de flux prezentată.

În graficul din figura III.20. este prezentată diagrama de flux a scenariului 5a (2032). Este ultimul scenariu în care este abordată depozitarea datorită expirării termenului de viață a depozitului Țuțora (în condițiile actuale în care depozitarea este singura opțiune majoră de tratare a deșeurilor).

Metodologia de evaluare a impactului este CML 2001, categoria de impact epuizarea resurselor abiotice, iar unitatea funcțională cantitatea de 362165 t DSM preconizate a fi colectate și tratate în acel an. Ca și în scenariul precedent în care este abordată depozitarea ca opțiune principală de management (scenariul 2b -2018) este luată în considerare incinerarea biogazului rezultat din depozitare. Cu excepția apariției procesului de digestie anaerobă datorită punerii în funcțiune preconizate a unei stații de tratare a fracțiunii deșeurilor organice, nu rezultă modificări majore față de situația întâlnită în acel scenariu. Și în acest caz reciclarea,

compostarea aerobă și digestia anaerobă sunt luate în considerare cu impact de mediu nul. În total sunt 23 de procese. Predomină ca impact și în acest caz colectarea deșeurilor și incinerarea fracțiunii organice.

În figura III.21. este prezentată altă diagramă de flux a unui scenariu alternativ din anul 2032, scenariul 5b. Este un scenariu care abordează ca opțiune principală de management depozitarea dar propune creditarea materialelor rezultate din reciclare și compostare precum și a energiei recuperate din incinerarea biogazului de depozit.

Și în acest caz a fost nevoie de excluderea unor procese coeficientul de excludere fiind de 8,2% (sunt prezentate 20 de procese din 44). Reciclarea rămâne principalul proces care are cea mai mare pondere în determinarea impactului pozitiv fiind urmată de compostare, digestie anaerobă și incinerare.

Energia rezultată din incinerarea biogazului are o pondere în impactul global mai mică (0,83%) decât coeficientul de excludere, astfel încât nu figurează în diagrama de flux prezentată.

În figura III.22. este prezentată altă diagramă de flux a altui scenariu alternativ din anul 2032 scenariul 5c. Este un scenariu care abordează ca opțiune principală de management, incinerarea dar, propune ca și scenariul precedent creditarea materialelor rezultate din reciclare și compostare precum și a energiei recuperate din incinerarea biogazului de depozit.

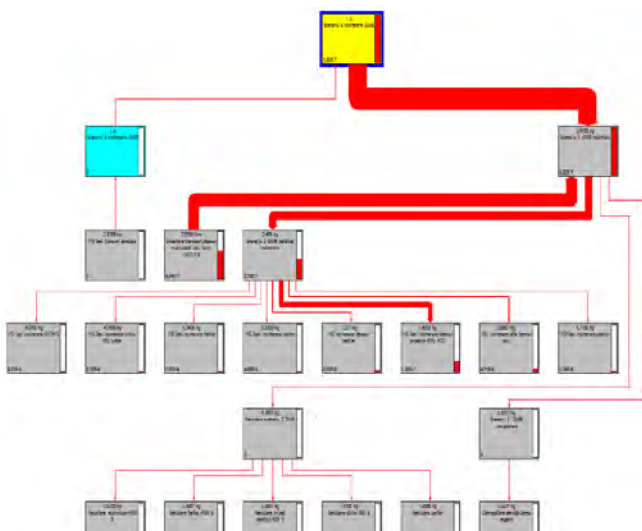


Figura III.16. Diagrama de flux a scenariului 2 (2018) incinerare. Metodologia de evaluare a impactului CML 2001

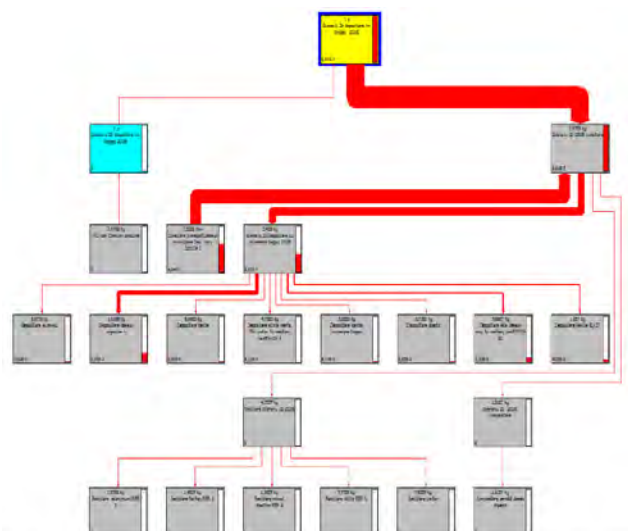


Figura III.17. Diagrama de flux a scenariului 2b (2018) depozitare cu incinerare biogaz. Metodologia de evaluare a impactului CML 2001

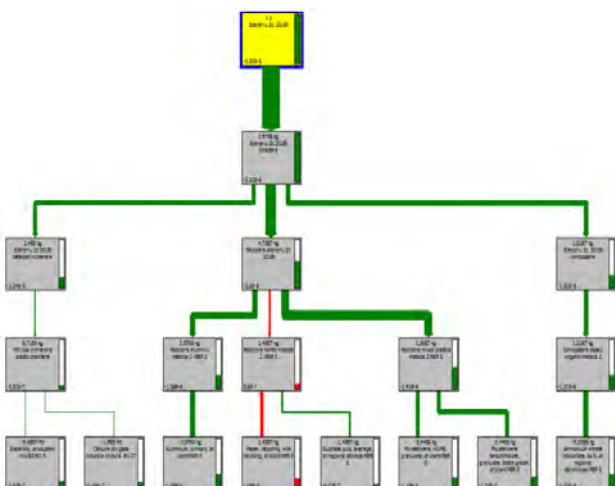


Figura III.18. Diagrama de flux a scenariului 2c Incinerare cu creditarea reciclării, compostării și incinerării. Metodologia de evaluare a impactului CML 2001

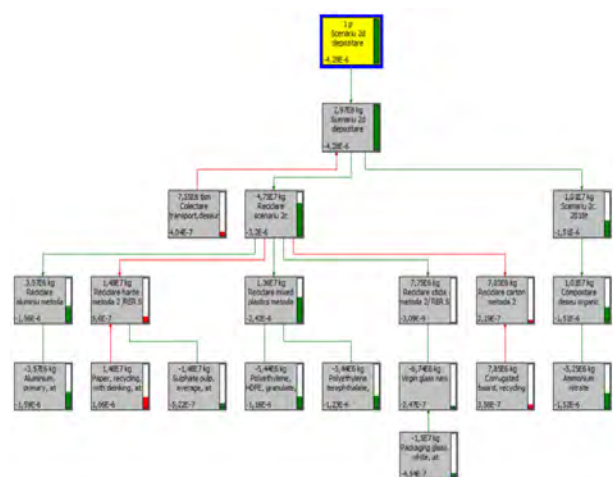


Figura III.19. Diagrama de flux a scenariului 2d depozitare cu creditarea reciclării, compostării și depozitării. Metodologia de evaluare a impactului CML 2001

Și în acest caz a fost nevoie de excluderea unor procese, coeficientul de excludere fiind de 7,9% (sunt prezentate 20 de procese din 44).

Reciclarea rămâne principalul proces care are cea mai mare pondere în determinarea impactului pozitiv, fiind urmată de compostare și apoi incinerare. Energia rezultată din digestia anaerobă are o pondere în impactul global mai mică (5,6%) decât coeficientul de excludere, astfel încât, nu figurează în diagrama de flux prezentată.

În sfârșit, în figura III.23. este prezentată ultima diagramă de flux cea a scenariului 6 (2038).

Și în cazul acestui scenariu în care pentru ultimul an al evaluării este abordată incinerarea ca opțiune principală de management, metodologia de evaluare a impactului aleasă este CML 2001, iar categoria de impact este epuizarea resurselor abiotice. Unitatea funcțională este reprezentată de cantitatea de 382435 t de DSM colectate și procesate în acel an. În total sunt 23 de procese. Singura diferență față de scenariul anterior 2 în care a fost abordată aceeași opțiune de management fără creditare, este apariția digestiei anaerobe ca opțiune suplimentară pentru tratarea deșeurilor organice.

După prezentarea diagramelor de flux ale principalelor scenarii luate în continuare se încearcă o comparație evolutivă a celor două opțiuni principale de management a DSM din județul Iași.

În figura III.24. este prezentată evoluția depozitării de la situația prezentă scenariu 0 (2011) până la scenariul 5a (2032), an în care încetează durata de existență a depozitului Țuțora. Metodologia de evaluare a impactului este EI-99, iar evaluarea prezintă scorul unic, rezultat ca urmare a efectuării clasificării, caracterizării, normalizării și ponderării. Scenariile alternative 2d și 5b în care sunt creditate reciclarea, compostarea, digestia anaerobă și depozitarea nu sunt luate în considerare în această comparație evolutivă. Se observă că incinerarea biogazului (scenariul 2b față de scenariul 2a) are un efect benefic asupra mediului concretizat prin reducerea categoriei de impact, modificarea climatului.

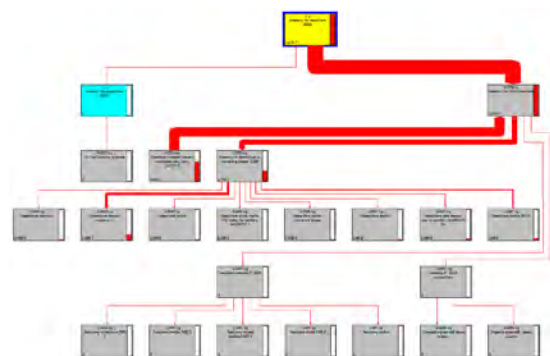


Figura III.20. Diagrama de flux a scenariului 5a (2032)-depozitare. Metodologia de evaluare a impactului CML 2001.

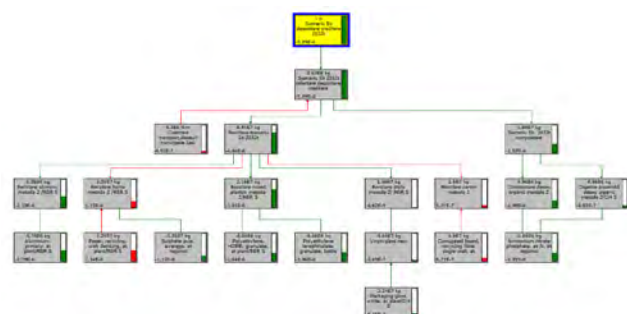


Figura III.21. Diagrama de flux a scenariului 5b (2032) depozitare cu creditarea reciclării, compostării și depozitării. Metodologia de evaluare a impactului CML 2001.



Figura III.22. Diagrama de flux a scenariului 5c (2032) incinerare cu creditarea reciclării, compostării și incinerării. Metodologia de evaluare a impactului CML 2001.

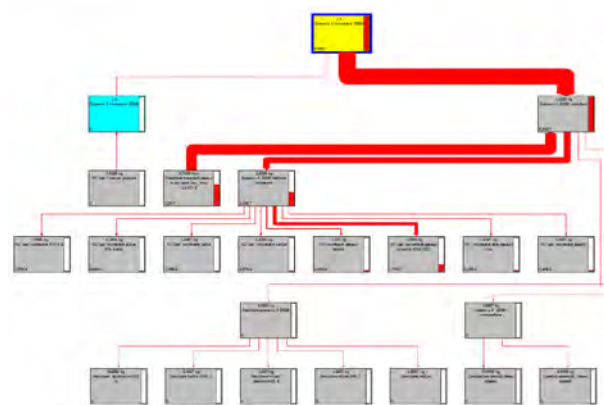


Figura III.23. Diagrama de flux a scenariului 6 (2038) incinerare. Metodologia de evaluare a impactului CML 2001.

Rezultate comparabile se obțin și în cazul utilizării altor metodologii pentru aceeași comparație evolutivă ca metodologia EDIP 2003 (figura III.25.), ReCiPe (figura III.26.) sau EPS (figura III.27.). În figura III.28. este prezentat graficul defalcat al principalelor categorii de impact ale metodologiei CML 2001. Aceste categorii de impact sunt: epuizarea resurselor abiotice, acidifierea, eutrofizarea, încălzirea globală, epuizarea stratului de ozon, toxicitatea umană, ecotoxicitatea acvatică de apă dulce, ecotoxicitatea marină, ecotoxicitatea terestră și oxidarea fotochimică. Se observă foarte clar diminuarea impactului categoriei, modificarea climatului în anul 2018, ca urmare a introducerii incinerării biogazului de depozit.

În continuare, în graficele prezentate în figura III.29. – III.33. este prezentată evoluția în perioada 2018-2038 a celeilalte opțiuni principale de management a deșeurilor, incinerarea. Din nou ca și în cazul depozitării, scenariile alternative cu luarea în considerare a creditării 2c și 6a nu sunt luate în considerare. Se observă cum impactul asupra mediului crește pe măsură ce crește și cantitatea deșeurilor incinerate.

Rezultatele sunt reproductibile pentru toate cele patru metodologii ale evaluării impactului care permit cuantificarea acestuia printr-o singură cifră, utilizate: EI-99, EDIP 2003, ReCiPe și EPS 2000. Această reproductibilitate se poate considera că este valabilă și pentru metodologia de impact CML 2001, conform graficului detaliat al categoriilor de impact de bază, ale acestei categorii prezentat în figura III.33.

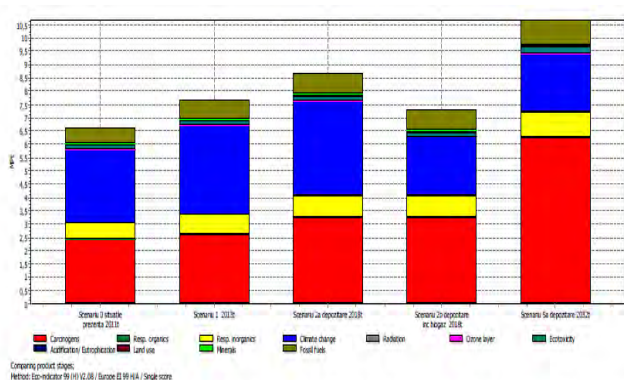


Figura III.24. Comparație evolutivă a depozitării pentru perioada 2011-2032. Metodologie de evaluare a impactului EI-99

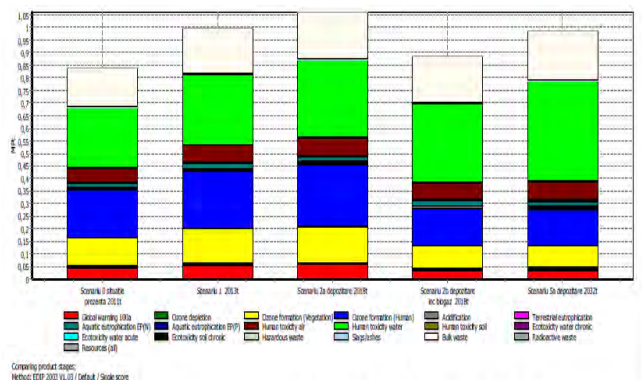


Figura III.25. Aceași comparație efectuată utilizând metodologia EDIP 2003

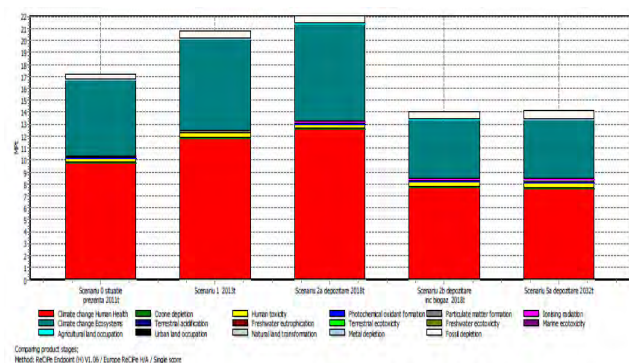


Figura III.26. Aceași comparație efectuată utilizând metodologia ReCiPe

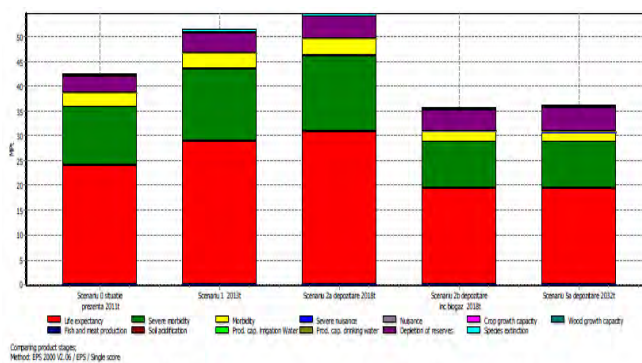
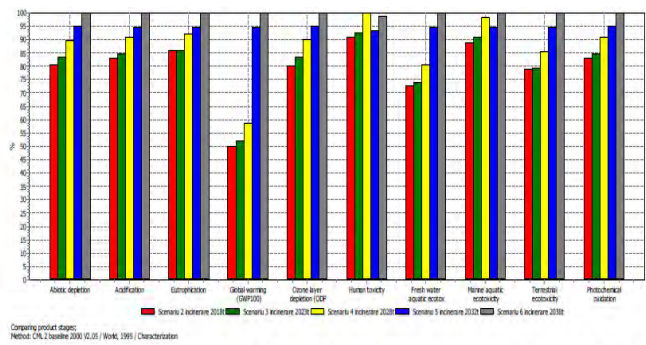
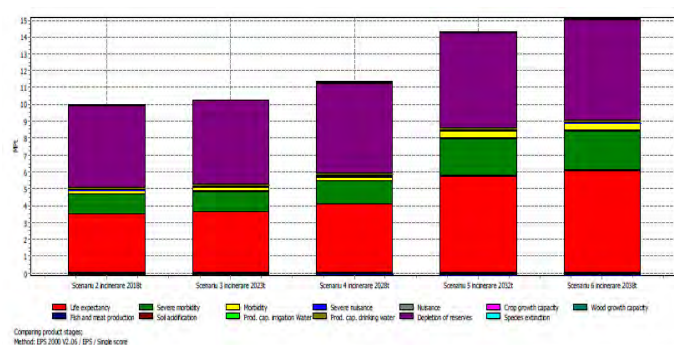
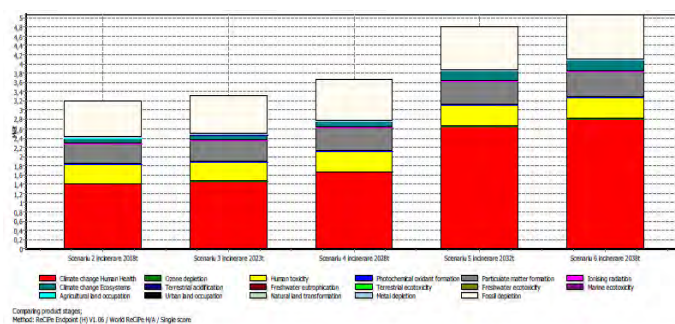
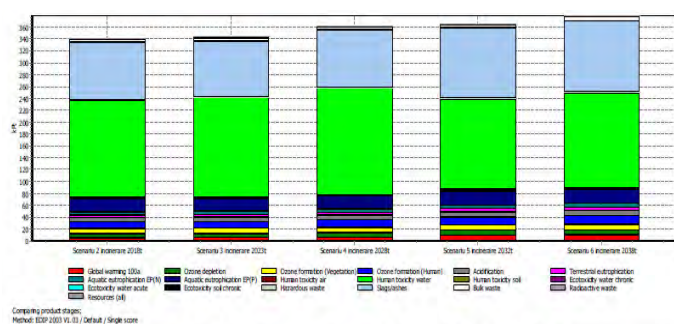
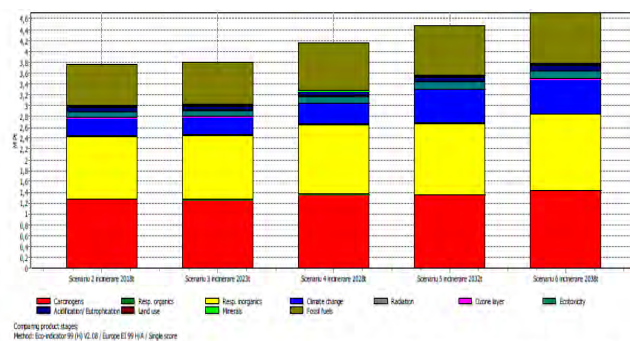
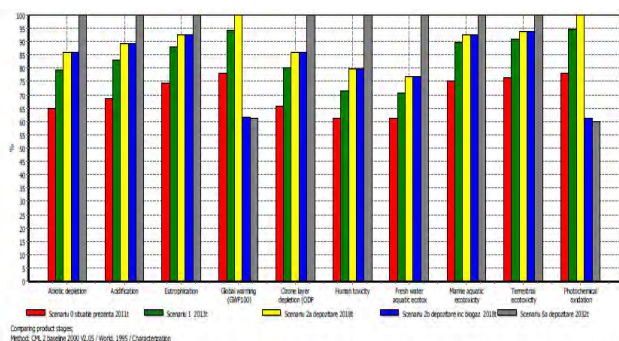


Figura III.27. Aceași comparație efectuată utilizând metodologia EPS



În continuare este prezentată comparația celor două opțiuni principale de management depozitarea și incinerarea, luând în considerare scenariile alternative din anii 2018 și 2032, ani pentru care au fost cuantificate impacturile ambelor opțiuni. Se menționează, că sunt luate în considerare în această primă variantă a comparației numai scenariile în care celorlate opțiuni de management secundare reciclarea, compostarea, digestia anaerobă le-au fost atribuite conform primei metodologii aplicate, un impact de mediu nul.

În figura III.34. este prezentat graficul acestei comparații utilizând metodologia de evaluare a impactului EI-99. Se observă că impactul incinerării, reprezintă sub 50% din impactul depozitării chiar în cazul incinerării biogazului de depozit, proces care diminuează impactul modificării climatului. Dintre categoriile de impact predominante, pentru ambele opțiuni menționăm substanțele carcinogene, modificarea climatului, substanțele anorganice cu efect asupra aparatului respirator și combustibilii fosili.

În figura III.35. este prezentată aceeași comparație utilizând metodologia EDIP 2003. Rezultatele sunt identice cu cele din graficul precedent, iar categoriile de impact predominante sunt în cazul acestei metodologii toxicitatea acvatică și în aer și formarea ozonului fotochimic.

În figura III.36. este prezentată aceeași comparație utilizând metodologia ReCiPe, iar în figura III.37. metodologia EPS. În cazul utilizării metodologiei ReCiPe categoriile de impact predominante, sunt modificarea climatului cu influență asupra sănătății umane pe de o parte și influența asupra ecosistemelor, pe de altă parte. În cazul metodologiei EPS categoriile de impact predominante, sunt speranța de viață și morbiditatea severă și epuizarea resurselor.

În figura III.38. comparația este efectuată utilizând metodologia CML 2001, normalizare efectuată la nivel global (1995), cu prezentarea profilului de mediu rezultat din caracterizare. Se observă, că exceptând categoriile de impact, epuizarea resurselor abiotice, acidifierea și toxicitatea pentru celelalte categorii de impact și anume: eutrofizarea, încălzirea globală, epuizarea stratului de ozon, ecotoxicitatea de apă dulce, marină și terestră și oxidarea fotochimică, depozitarea rezultă cu un scor al impactului mai mare decât incinerarea, iar în cadrul acestei opțiuni pentru categoriile de impact, modificarea climatului și oxidarea fotochimică, depozitarea fără incinerarea biogazului are un impact mai mare decât depozitarea cu incinerarea biogazului de depozit.

În continuare este prezentată comparația tuturor opțiunilor de tratare ale deșeurilor, utilizând de data aceasta scenariile în care pentru procesele de incinerare și depozitare ca și pentru procesele suplimentare de recirculare, compostare și digestie anaerobă sunt acordate credite. Comparația este efectuată la nivelul anilor 2018 și 2032.

În figura III.39. este prezentată această comparație, utilizând metodologia EI-99. Pe ansamblu toate cele 4 cazuri examinate, depozitarea și incinerarea la nivelul anilor 2018 și 2032, prezintă un impact pozitiv asupra mediului. Se observă însă că și în acest caz incinerarea este creditată cu un impact pozitiv mai mare decât depozitarea și acest impact pozitiv este cu atât mai mare cu cât cantitatea de deșeuri procesate este mai mare. Dintre categoriile de impact cu cea mai mare pondere, în determinarea impactului pozitiv pot fi menționate combustibilii fosili, substanțele anorganice cu efect asupra respirației și substanțele carcinogene.

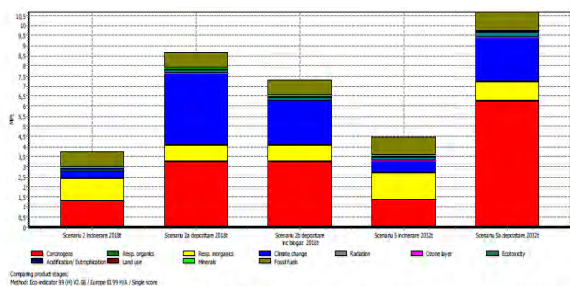


Figura III.34. Comparația celor două alternative principale de management depozitarea și incinerarea în anii 2018 și 2032. Metodologia EI

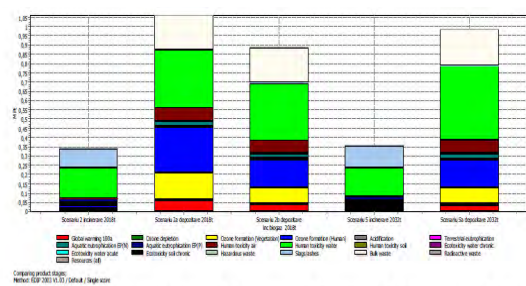


Figura III.35. Comparația celor două alternative principale de management depozitarea și incinerarea în anii 2018 și 2032. Metodologia EDIP 2003

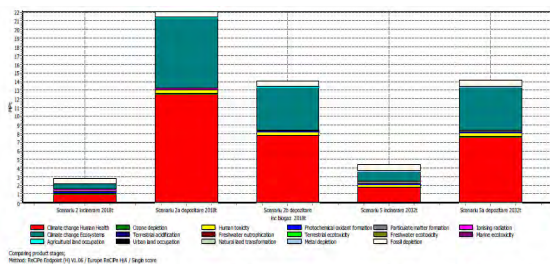


Figura III.36. Comparația celor două alternative principale de management depozitarea și incinerarea în anii 2018 și 2032. Metodologia ReCiPe

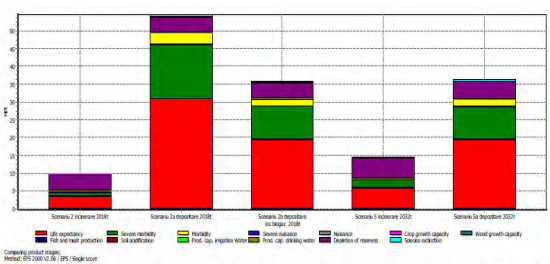


Figura III.37. Comparația celor două alternative principale de management depozitarea și incinerarea în anii 2018 și 2032. Metodologia EPS

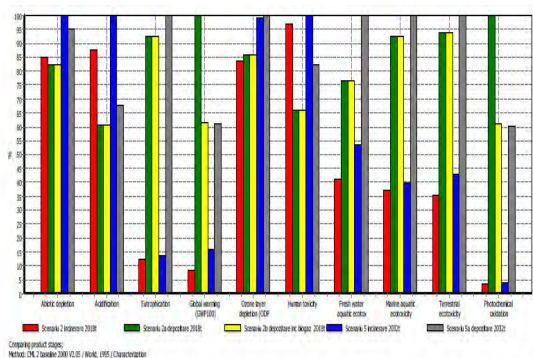


Figura III.38. Comparația celor două alternative principale de management depozitarea și incinerarea în anii 2018 și 2032. Metodologia CML 2001

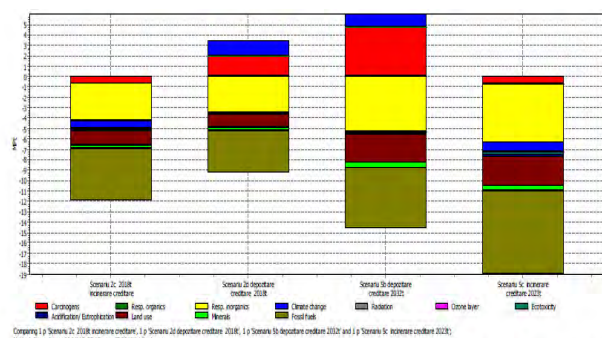


Figura III.39. Comparația creditării opțiunilor de management luate în considerare pentru anii 2018 și 2032. Metodologia EI-99

În figura III.40 - III.42. aceeași comparație este prezentată pentru metodologiile EDIP 2003, ReCiPe și EPS 2000.

În cazul metodei EDIP 2003 prezentat în figura III.40. rezultatele sunt asemănătoare dar de data aceasta depozitarea este prezentă cu un impact negativ atât la nivelul anului 2018 cât și 2032 (creditul acordat nu reușește să compenseze impactul negativ al proceselor implicate în procesarea deșeurilor în aceste cazuri). Dintre categoriile de impact cu pondere în determinarea impactului pot fi menționate: eutrofizarea acvatică în cazul impactului pozitiv (incinerare) și toxicitatea umană în aer și apă pentru impactul negativ (depozitare).

În figura III.41. este prezentat cazul aplicării metodologiei ReCiPe pentru aceeași comparație. Rezultatele sunt reproductibile, dar de această dată, numai depozitarea la nivelul anului 2018 prezintă un impact negativ redus, iar în celelalte cazuri, impactul rezultat este negativ. Dintre categoriile de impact mai importante în determinarea ponderii impactului menționăm ocuparea terenului agricol (impact pozitiv) și modificarea climatului (impact pozitiv în cazul incinerării și negativ în cazul depozitării).

În figura III.42. este prezentat cazul utilizării metodologiei EPS 2000 pentru această comparație. Impactul rezultat este pozitiv pentru toate cele 4 cazuri examinate, iar categoriile de impact preponderente sunt epuizarea rezervelor și speranța de viață.

În graficul din figura III.43. este utilizată metodologia clasică CML 2001 în scopul detalierii comparației celor patru cazuri pentru toate categoriile de impact ale acestei metodologii. Se observă că pentru incinerare, toate cele 10 categorii de impact de bază luate în calcul prezintă un impact pozitiv. Pentru depozitare numai

categoriile de impact, eutrofizarea, încălzirea globală, ecotoxicitatea acvatică de apă dulce și marină și oxidarea fotochimică au un impact negativ asupra mediului.

În continuare este prezentată contribuția diverselor procese din ciclul de viață al managementului DSM, la impactul general de mediu.

În figura III.44. este prezentată contribuția proceselor pentru opțiunea de tratament incinerare la nivelul anului 2018 conform scenariului 2. Metodologia de evaluare a impactului utilizată este EI-99. Se constată că cea mai mare pondere în contribuția la impactul global îi revine procesului incinerării deșeurilor organice urmat de colectarea și transportul deșeurilor, incinerarea altor deșeuri, incinerarea plasticului, incinerarea deșeurilor textile, incinerarea hârtiei, și incinerarea aluminiului.

În figura III.45. este prezentat graficul contribuției proceselor în cazul depozitării tot pentru anul 2018 conform scenariului 2b-depozitare cu incinerarea biogazului. Metodologia de evaluare a impactului utilizată este tot EI-99. Cea mai mare pondere în contribuția pentru impactul global, îi revine depozitării deșeurilor organice, urmată de data aceasta de depozitarea plasticului, apoi colectarea și transportul deșeurilor, urmat de depozitarea altor deșeuri, depozitarea textilelor, depozitarea hârtiei și depozitarea cartonului. Se menționează că pentru ambele contribuții prezentate în graficele din figura III.44. și III.45. coeficientul de excludere ales a fost 1%, numai procesele a căror contribuție cumulată din impactul global este sub acest procent, au fost excluse din evaluare.

În sfârșit în graficele următoare se încearcă și evidențierea contribuției celorlalte opțiuni de tratare, reciclarea, compostarea și digestia anaerobă, alegându-se în acest scop scenariile cu creditare din același anii 2018 și 2032.

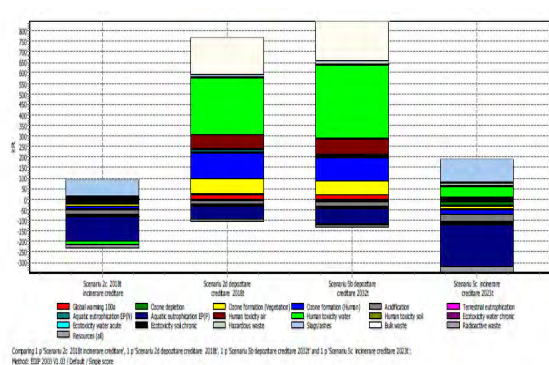


Figura III.40. Compararea creditării opțiunilor de management luate în considerare pentru anii 2018 și 2032. Metodologia EDIP 2003

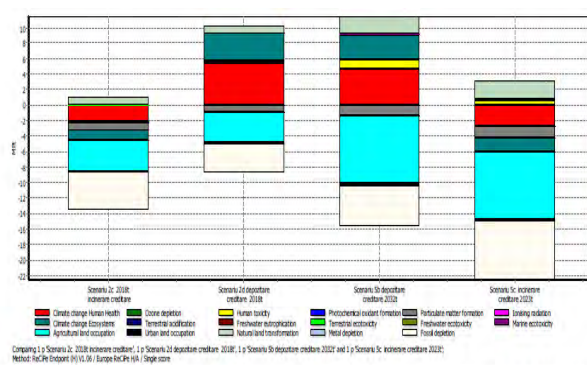


Figura III.41. Compararea creditării opțiunilor de management luate în considerare pentru anii 2018 și 2032. Metodologia ReCiPe

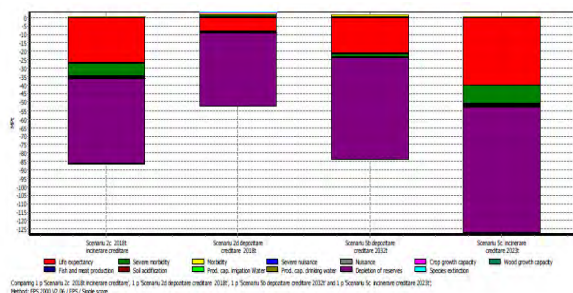


Figura III.42. Compararea creditării opțiunilor de management luate în considerare pentru anii 2018 și 2032. Metodologia EPS 2000

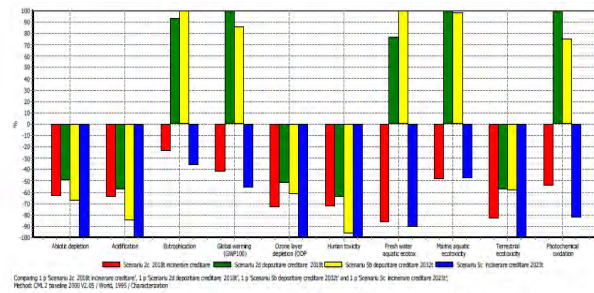


Figura III.43. Compararea creditării opțiunilor de management luate în considerare pentru anii 2018 și 2032. Metodologia CML 2001

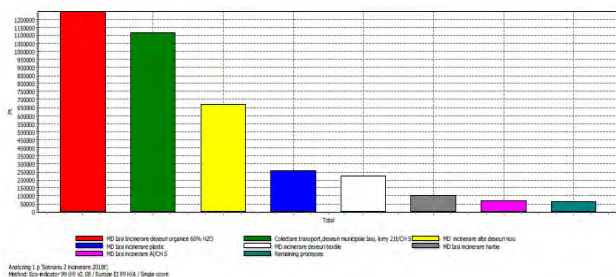


Figura III.44. Contribuția proceselor în cazul incinerării, scenariu 2 (2018). Metodologia de evaluare a impactului EI-99

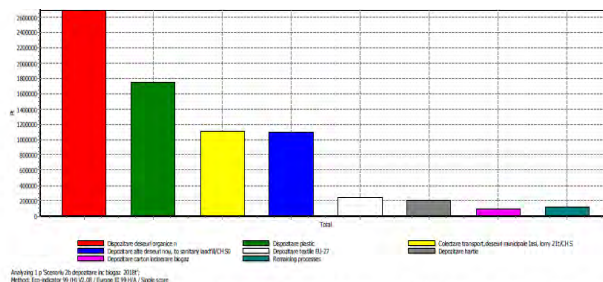


Figura III.45. Contribuția proceselor în cazul depozitării, scenariu 2b (2018). Metodologia de evaluare a impactului EI-99

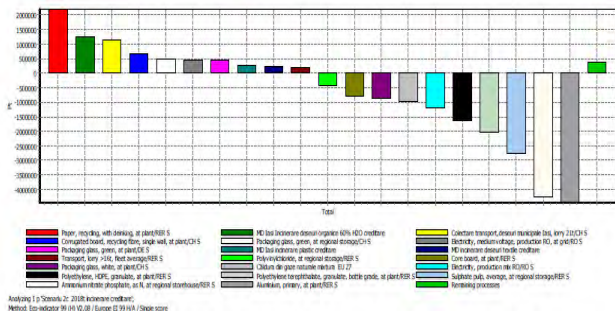


Figura III.46. Contribuția proceselor în cazul creditării incinerării scenariu 2c (2018). Metodologia de evaluare a impactului EI 99

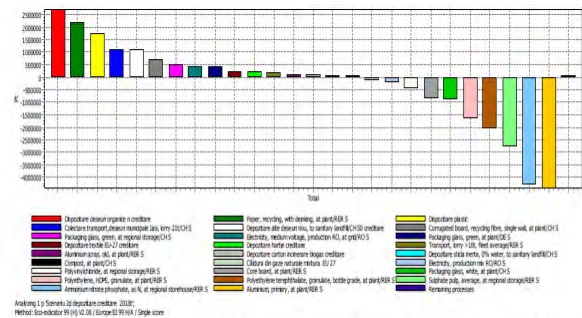


Figura III.47. Contribuția proceselor în cazul creditării depozitării scenariu 2d (2018). Metodologia de evaluare a impactului EI 99

Astfel, în figura III.46. este prezentată contribuția proceselor în cazul scenariului alternativ de creditare 2c din anul 2018 cu opțiunea principală de tratare, incinerare. Și în acest caz coeficientul de excludere a fost fixat la 1 %, dar există mult mai multe procese care depășesc acest prag față de cazurile precedente. Dintre procesele cu impact pozitiv menționăm Al primar, urmat de îngrășământ (azotat fosfat de amoniu), sulfatul de celuloză, granulele de polietilen tereftalatul, polietilen HDPE, producția de electricitate, căldura, policlorura de vinil, iar dintre procesele cu impact negativ depozitarea deșeurilor organice, reciclarea hârtiei cu îndepărtarea cernelii, depozitarea plasticului, colectarea și transportul DSM, depozitarea altor deșeuri etc.

În continuare în figura III.47. este prezentată contribuția proceselor în cazul scenariului alternativ de creditare 2d din anul 2018, cu opțiunea principală de tratarea depozitarii. Și în acest caz coeficientul de excludere a fost fixat la 1%, dar există mult mai multe procese care depășesc acest prag față de cazurile precedente. Dintre procesele cu impact pozitiv menționăm Al primar, urmat de îngrășământ, sulfatul de celuloză, granulele de polietilen tereftalatul, polietilen HDPE, sticla de ambalaj, producția de electricitate, policlorura de vinil, iar dintre procesele cu impact negativ depozitarea deșeurilor organice, reciclarea hârtiei cu îndepărtarea cernelii, depozitarea plasticului, colectarea și transportul DSM, depozitarea altor deșeuri etc.

Concluzii

1. Studiul de ECV privind managementul integrat al DSM din județul Iași a fost efectuat prin luarea în considerare a unor scenarii retrospective, prospective și alternative care acoperă perioada de timp dintre anii 2018 și 2038. Lista opțiunilor de management a DSM investigate cuprinde reciclarea, compostarea aerobă, digestia anaerobă, însă accentul a fost pus pe incinerare și depozitare, ca opțiuni principale de management. În studiul efectuat s-a avut în special în vedere demersul pentru luarea în considerare a DSM, nu ca un rezultat al etapei de post-consum care trebuie eliminat, ci ca o resursă ale cărei beneficii trebuie folosite (deșeuri către energie).

2. Studiul este bazat pe prognoza evoluției cantitative și calitative a DSM din județul Iași care a fost preluată din Anexa 3.3 din Master Planul pentru managementul deșeurilor în județul Iași –Asistența tehnică pentru pregătirea Portofoliului de proiecte sector deșeuri 2. Pentru ecartul de timp avut în vedere (2011-2038) au fost

luați în considerare 7 ani reprezentativi: 2011, 2013, 2018, 2023, 2028, 2032 și 2038 pentru care a fost stabilită detaliat, evoluția cantitativă și compoziția calitativă a DSM din județul Iași. În această evaluare au fost luate în considerare separat, cantitatea și calitatea DSM din cele 5 localități urbane ale județului (Municipiile Iași, Pașcani, orașele Hârlău, Tîrgu-Frumos și Podu-Iloaiei) precum și din localitățile urbane ale județului.

3. Evoluția cantitativă a deșeurilor bazată pe prognoza menționată prevede creșterea cantității acestora pe baza creșterii populației și a nivelului de trai a acesteia în sectorul și pentru perioada investigată. Această prognoză pare să nu mai fie de actualitate în conformitate cu datele noului recensământ efectuat la finele anului 2011. Nu am avut la dispoziție rezultatele noului recensământ însă datele studiului ECV pot fi reajustate foarte ușor pentru a lua în considerare orice evoluție cantitativă și calitativă a DSM în timp.

4. Investigația evoluției calitative a compoziției DSM s-a efectuat ținând cont de evoluția fiecăreia dintre cele nouă fracțiuni componente ale acesteia (vezi tabelul III.2) și anume: hârtie (H), carton (C), sticlă (S), plastic (P), metal (Al), lemn (L), textile (T), deșeuri biodegradabile (DB), alte deșeuri (AD). Pentru fiecare an luat în considerare în studiu, a fost calculată o compoziție specifică a DSM de la care s-a plecat mai departe pentru calculul compoziției deșeurilor rămase pentru a fi tratate prin incinerare sau depozitare după reducerea parțială a unora dintre aceste fracțiuni, ca urmare a aplicării reciclării, compostării și digestiei anaerobe.

5. Softul utilizat pentru efectuarea studiului ECV este SimaPro varianta 7.3.2 realizat de către firma olandeză de consultanță de mediu Prè Consultants pe baza licenței obținută de Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași, Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului. Principala bază de date în domeniul ECV utilizată este Ecoinvent din Elveția (accesul permis pe baza licenței Sima Pro), dar au fost utilizate și alte baze de date integrate în cadrul softului SimaPro în cazul în care datele furnizate de Ecoinvent au fost insuficiente (de exemplu noua bază de date europeană ELCD). Deasemeni, un soft furnizat de Ecoinvent pe baza aceleiași licențe a permis obținerea inventarelor ciclului de viață ale unor fracțiuni de deșeuri pentru care nu existau date în bazele de date integrate în SimaPro. Astfel, acest soft a fost utilizat pentru obținerea inventarului ciclului de viață al depozitării fracțiunii deșeurilor organice.

6. Mergând mai în amănunt, baza de date Ecoinvent oferă o abordare detaliată a fiecăreia dintre fracțiunile componente ale DSM prin luarea în considerare a compoziției elementelor chimice a acestor fracțiuni și a comportării acestor elemente chimice pe parcursul ciclului de viață al procesului de tratare a DSM investigat. De exemplu, pentru depozitare s-au avut în vedere coeficienții de transfer exprimați procentual din elementul chimic care trece în levigat sau este emisă în biogazul de depozit, iar pentru incinerare, s-a avut în vedere coeficienții de transfer (exprimați de asemenea procentual) între cantitățile emise în gazele de ardere și în apă precum și cele rămase în zgură, în cenușa rămasă la filtrul electrostatic sau nămolul rezultat din scrubberul de spălare a gazelor arse (vezi anexa 1). Acest lucru a permis o determinare mult mai exactă și mai specifică bazată pe date locale a emisiilor rezultate din diferitele opțiuni de tratament a DSM analizate, față de determinările anterioare bazate de exemplu pe factori de emisie pentru procese, a substanțelor în diverse componente ale mediului. Un exemplu este diagrama Sankey cu fluxurile transferate în lungul procesului de incinerare pentru S, prezentată în fig. III.9.

7. Studiul ECV utilizează cinci dintre cele mai consacrate metodologii de evaluare a impactului ciclului de viață și anume Eco Indicator 99, EDIP 2003, ReCiPe, EPS 2000 și CML 2001. Unitatea funcțională aleasă a fost 1t de deșeuri (pentru o serie de comparații unitare) sau cantitatea de deșeuri colectată și procesată în anul analizat (pentru scenariile avute în vedere).

8. Toate procesele de tratament a DSM, investigate în afară de serviciul de eliminare finală a DSM, pot oferi o serie de materiale sau produse secundare (diverse materiale rezultate din reciclare sau compostul rezultat

din compostare sau digestie anaerobă), precum și energie (căldură și energie electrică rezultate prin cogenerare din incinerarea DSM, sau incinerarea biogazului rezultat din depozitare sau digestie anaerobă). Pentru astfel de procese care în terminologia ECV sunt cunoscute sub numele de procese multifuncționale se impune alocarea (repartizarea impactului total rezultat pe ciclul de viață între produsul principal managementul deșeurilor și aceste coproduse rezultate).

9. Alocarea este abordată în prezentul studiu în două variante. În prima variantă (preluată din baza de date Ecoinvent) pentru opțiunile principale de management, incinerarea și depozitarea, impactul de mediu este alocat în proporție de 100% serviciului oferit de management (nu este luată în considerare energia rezultată). Pentru opțiunile secundare (reciclarea) și compostarea, avem pe de o parte un impact obișnuit (negativ) generat de procesele de colectare separată, pretratare și transport spre instalațiile de recirculare, compostare sau digestie anaerobă. Pe de altă parte materialele secundare și compostul rezultate pot înlocui (evita producția) unor materiale primare care îndeplinesc aceeași funcție (de exemplu compostul poate înlocui un îngrășământ organic). Impactul produselor primare înlocuite este considerat un impact pozitiv, deoarece se evită impactul necesar pentru producerea acestora. În această primă variantă se consideră că întregul beneficiu al producerii materialului primar înlocuit este compensat de impactul pentru producerea materialului secundar. Cu alte cuvinte în această variantă proceselor de reciclare, compostare și digestie anaerobă le este alocat un impact de mediu nul.

10. A doua variantă a alocării cunoscută și sub numele de creditare, cuantifică atât impactul materialelor secundare, coprodusele și energia rezultată din procesele de tratament a DSM, cât și impactul pozitiv al următoarelor produse primare sau energii echivalente înlocuite (substituite sau a căror producere a fost evitată) : lingouri de Al, hârtie lemnoasă, granule medii de polietilenă, sticla virgină și lemnul pentru reciclare, îngrășămintele organice pentru compostarea aerobă și digestia anerobă și energia electrică produsă în România sau energia termică (produsă la nivelul mediu al UE 27) în cazul energiei produse din incinerare, depozitare sau digestie anaerobă. Cum unele din aceste materiale sunt energointensive, iar energia produsă în România are un impact considerabil asupra mediului (datorită utilizării încă într-un procent destul de ridicat a cărbunelui în centralele electrotactice) adesea impactul produselor înlocuite depășește impactul proceselor de tratament, diferența rezultată fiind considerată ca impact de mediu pozitiv. A doua variantă necesită luarea în considerare a unui număr mult mai mare de procese decât prima variantă. Pentru această metodă este foarte importantă și alegerea produselor înlocuite (evitat a fi produse).

11. Prima comparație unitară luată în studiu se referă la impactul de mediu al celor nouă fracțiuni componente ale DSM, cuantificat atât pentru incinerare (fig.III.11) cât și pentru depozitare (fig.III.12). Pentru incinerare ordinea descrescătoare a impactului este $P > T > Al > AD > L > H > DO > C > S$, iar pentru depozitare $P > H > T > AD > C > DO > S > Al > L$. Deci plasticul este în ambele variante cea mai poluantă componentă a DSM.

12. Următoarea comparație unitară se referă la incinerare față de depozitare ca opțiuni principale de management (vezi fig. III.13), comparație efectuată la nivelul anului 2018 cu două alternative diferite pentru depozitare cu incinerarea biogazului de depozit sau fără incinerarea acestuia. Se observă că incinerarea are un impact de mediu mai redus decât ambele variante ale depozitării, iar dintre acestea impactul mai mare îi revine depozitării fără incinerarea biogazului din cauza emisiei metanului din biogaz care are un potențial de încălzire global de 25 ori mai mare decât CO_2 și crește impactul determinat de încălzirea globală față de depozitarea cu incinerarea biogazului de depozit.

13. În continuare ultima comparație unitară efectuată prezentată în fig. III.14, se referă la opțiunile de management incinerare, depozitare, compostare și digestie anaerobă aplicate însă numai fracțiunii organice din

DSM. Pentru această comparație a fost utilizată metoda creditării prin deducerea impactului energiei rezultate din incinerare, incinerarea biogazului din depozitare și din compostarea anaerobă sau a impactului îngrășământului organic înlocuit de compost din impactul general. Se constată următoarea ordine crescătoare a impactului: compostare aerobă (impact pozitiv mare) urmat de digestie anaerobă (impact pozitiv mai redus), apoi incinerare (impact mic negativ) urmată de depozitare (impact negativ puțin mai mare ca incinerarea). Este important de menționat că atât compostarea cât și digestia anaerobă nu sunt metode de tratament aplicabile DSM, ci numai fracțiunii organice care trebuie în primul rând separată din cadrul acestora încă de la colectare sau la sortare.

14. Pentru studiul evolutiv al managementului DSM în perioada 2011-2038 au fost concepute 15 scenarii (vezi tabelul III.1) plecând de la situația prezentă (scenariul 0 anul 2011). Până în anul 2018 (scenariul 1-2013) nu apar modificări majore față de situația inițială. Începând din anul 2018 se propune în loc de depozitare ca opțiune alternativă principală de tratament a DSM în județul Iași, incinerarea. De asemenea, în cazul depozitării se consideră că perioada de la punerea în funcțiune a depozitului nou Țuțora, este suficientă pentru o producție mare de biogaz care impune colectarea și incinerarea acestuia cu sau fără recuperarea energiei. Din acest motiv pentru anul 2018 au fost concepute cinci scenarii alternative: scenariul 2 incinerare abordată prin metoda 1 (fără credit pentru energie), scenariul 2a depozitare fără incinerare biogaz abordată prin metoda 1, scenariul 2b depozitare cu incinerare biogaz abordată prin metoda 1, scenariul 2c incinerare abordată prin metoda 2 (credit acordat pentru energie), scenariul 2d depozitare cu incinerare biogaz abordată prin metoda 2 (credit acordat pentru energie). În continuare scenariile 3 și 3a la nivelul anului 2023 propun abordarea incinerării fără și cu creditarea energiei. Urmează la nivelul anului 2028 scenariul 4, incinerarea abordată prin prima metodă. Pentru anul 2032 ultimul an în care este abordată depozitarea au fost prevăzute următoarele scenarii alternative, 5 incinerare fără creditare energie, 5a depozitare cu incinerare biogaz fără creditare energie, 5b incinerare cu creditare energie, 5c depozitare cu incinerare biogaz și creditare energie. În sfârșit, la nivelul anului 2038 ultimul scenariu (6) propune incinerarea abordată prin metoda 1 fără creditarea energiei.

15. În fig. III.16-III.33 sunt prezentate diagramele de flux ale principalelor scenarii abordate în studiu: scenariul 0- 2011, scenariile 2, 2b, 2c, 2d din 2018, scenariile 5a, 5b, 5c, 5d din 2032 și scenariul 6 din 2038. Diagramele de flux arată modul de abordare a principalelor opțiuni de management depozitarea și incinerarea ca și cum fiecare dintre fracțiunile componente ale DSM ar fi incinerată sau depozitată separat. Se constată de asemenea că apar mult mai multe procese în cazul creditării (43-44 procese față de 23 -24 procese în cazul scenariilor fără creditare) și din acest motiv a fost nevoie pentru o mai bună vizibilitate, ca o parte din procesele diagramelor de flux ale scenariilor cu creditare să fie excluse. Procesele cu ponderea cea mai mare în generarea impactului sunt colectarea și transportul deșeurilor urmată de depozitarea/incinerarea deșeurilor organice pentru scenariile fără aplicarea creditării, reciclarea, compostarea, incinerarea DSM/ biogaz de depozit și digestia anaerobă.

16. În continuare studiul abordează comparația evolutivă a depozitării pentru perioada 2011-2032 (fig.III.24-III.27). Urmărirea evoluției în timp se face utilizând toate cele 5 metodologii de evaluare a impactului luate în considerare în acest studiu. Se observă că incinerarea biogazului (scenariul 2b față de scenariul 2a) are un efect benefic asupra mediului concretizat prin reducerea categoriei de impact modificarea climatului. Această diminuare a impactului datorată trecerii la incinerarea biogazului determină ca în majoritatea metodologiilor, impactul global în anii 2018 și 2032 să fie mai mic decât în anii 2011-2018 în varianta fără incinerarea biogazului (ex. în cazul metodologiilor, EPS, ReCiPe și într-o măsură mai mică EDIP 2003). Această evoluție contravine oarecum trendului general care este cantitate de deșeuri procesată mai mare –impact de mediu mai mare, trend

evidențiat foarte clar în graficele prezentate în fig. III.29 –III.33 în care este prezentată evoluția în perioada 2018-2038 a celeilalte opțiuni principale de management a deșeurilor, incinerarea.

17. Comparația celor două alternative principale de management incinerarea și depozitarea a fost efectuată pentru anii 2018 și 2032 în ambele variante (scenarii fără creditare și scenarii cu creditare). În cazul scenariilor fără creditare (fig. III.34-III.38) ordinea descrescătoare a impactului asupra mediului este depozitare fără incinerare biogaz 2018> depozitare cu incinerare biogaz 2032> depozitare incinerare biogaz 2018> incinerare 2032> incinerare 2018. În cazul creditării (fig. III.39-III.43) rezultă în majoritatea cazurilor un impact pozitiv dar și aici impactul pozitiv al incinerării este mai mare decât cel al depozitării.

18. În continuare în fig. III.44-III.45 sunt prezentate graficele care prezintă contribuția diferitelor procese la impactul global de mediu pentru câteva din scenariile preconizate. Se constată că în cazul incinerării fără creditare pe primul loc din punct de vedere al impactului asupra mediului se situează incinerarea deșeurilor organice, urmată de colectarea și transportul deșeurilor, incinerarea altor deșeuri, incinerarea deșeurilor textile. Pentru depozitarea fără creditare impactul cel mai mare este generat de depozitarea deșeurilor organice, urmată de depozitarea plasticului, colectarea și transportul deșeurilor, depozitarea altor deșeuri și depozitarea deșeurilor textile. În fig. III.45-III.46 sunt prezentate graficele contribuției proceselor pentru incinerare și depozitare în varianta cu creditare. Pentru incinerare pe primele locuri pentru impactul negativ se remarcă tratarea hârtiei prin îndepărtarea cernelii, pentru reciclare urmată de incinerarea deșeurilor organice, colectarea și transportul DSM, tratarea cartonului ondulat, tratarea sticlei, iar dintre procesele cu impact pozitiv Al primar, sulfatul de celuloză. granulele de PET și HDPE și producția de electricitate. Pentru depozitarea cu acordarea de credite pe primele locuri din punct de vedere al impactului negativ se situează depozitarea deșeurilor organice, urmată de tratarea hârtiei pentru reciclare prin îndepărtarea cernelii, depozitarea plasticului, colectarea, transportul deșeurilor municipale, depozitarea altor deșeuri, iar pentru impactul pozitiv din nou Al primar, îngrășământul de azotat și fosfat apoi sulfatul de celuloză, granulele de PET și HDPE precum și sticla.

19. Studiul arată foarte clar că din punct de vedere al protecției mediului opțiunea de tratare a deșeurilor prin incinerare este superioară depozitării. În ambele variante, atât fără creditare cât și cu creditare, incinerarea obține un scor mai bun. Problemele care se puneau în trecut în privința emisiilor în atmosferă de dioxină și furani la incinerarea deșeurilor sunt de mult depășite de tehnologiile moderne de tratare a gazelor arse. De asemenea, la creditare în afară de energia luată în calcul care oricum este mai mare pentru unitatea de DSM incinerat față de unitatea de DSM depozitat, mai pot fi luate în considerare și alte „coproduse” care rezultă din incinerare. Astfel, zgura poate fi mai întâi tratată pentru recuperarea metalelor pe care le conține, iar fracțiunea rămasă poate fi utilizată ca material de umplură pentru drumuri. Toate aceste „coproduse” pot mări și mai mult impactul pozitiv acordat incinerării la creditare, contribuind și mai mult la diferența în favoarea acestei opțiuni față de depozitare.

20. Decizia de trecere la incinerare a DSM în afară de componenta de mediu favorabilă trebuie să fie fundamentată pe un studiu cost profit detaliat care să scoată în evidență avantajele și dezavantaje economice ale acestei opțiuni. Promovarea incinerării față de depozitare poate fi favorizată din punct de vedere economic de existența unei piețe stabile pentru toate „coprodusele” rezultate din incinerare și în special o piață stabilă pentru cele două componente energetice, energia electrică și termică rezultate prin cogenerare din incinerare.

21. Existența depozitului de deșeuri Țuțora, investiție majoră în domeniul managementului deșeurilor, nu poate fi un contraargument pentru promovarea incinerării, deoarece acest depozit ar putea fi utilizat pentru reținerea zgurii și a cenușei zburătoare înainte ca acestea să fie valorificate, mărindu-se astfel mult durata de existență a depozitului.

22. Dacă pe ansamblu pentru DSM din județul Iași, incinerarea este opțiunea cea mai favorabilă pentru mediu, studiul identifică pentru o parte din fracțiunile componente, dacă acestea sunt separate din fluxul de ansamblu al DSM, alte opțiuni mai favorabile. Astfel pentru fracțiunea organică compostarea aerobă și digestia anaerobă obțin un scor mai bun pentru mediu față de incinerare, iar depozitarea este și de această dată mai poluantă ca incinerarea. Promovarea compostării și a digestiei aerobe, ca opțiuni de management pentru deșeurile de această natură este condiționată în primul rând de colectarea separată sau separarea acestei fracțiuni din DSM, apoi existența unei piețe stabile pentru principalul produs rezultat din aceste procese, compostul. Din nou decizia privind trecerea la una dintre cele două opțiuni, compostarea sau digestia anaerobă, trebuie fundamentată în afara criteriilor de mediu pe un studiu cost profit, care să abordeze toate avantajele și dezavantajele lor economice.

23. Pentru o parte din celelalte fracțiuni din DSM, cum sunt metalele, hârtia, cartonul, sticla, plasticul, deșeurile textile și lemnul, opțiunea cea mai favorabilă așa cum rezultă din scenariile de creditare este recircularea care oferă cel mai mare impact pozitiv. Și în acest caz promovarea recirculării este condiționată de separarea fracțiunilor respective și existența unei piețe stabile pentru produsele secundare rezultate în urma recirculării.

24. Pentru demersul către o societate durabilă, este importantă abordarea deșeurilor solide municipale (DSM), nu ca derivate ale postconsumului care trebuie eliminate prin depozitare, ci ca o resursă relativ sigură și stabilă ale cărei avantaje trebuie să le utilizăm prin promovarea altor opțiuni de tratare ale acestora mai prietenoase, pentru mediu și economie, așa cum este și opțiunea deșeurilor către energie. În afara componentei de mediu a durabilității pentru a lua decizii corecte în acest demers către durabilitate, este necesară completarea concluziilor studiului ECV cu alte instrumente complementare, care să abordeze în paralel problemele economice și cele sociale.

CAPITOLUL 4. EVALUAREA RISCULUI DE MEDIU LA PROCESELE DE COGENERARE ALE DEȘEURILOR SOLIDE MUNICIPALE

1. Introducere

Managementul durabil al deșeurilor solide menajere constituie încă o provocare pentru țările în curs de dezvoltare sau de curând membre în Uniunea Europeană, datorită faptului că reglementările și strategiile referitoare la managementul deșeurilor au fost implementate târziu sau sunt încă în curs de implementare. Scopul acestei lucrări a fost evaluarea riscului de mediu al deșeurilor solide municipale incluzând recuperarea materialelor, tratamentul biologic (compostul și biogazeificarea sau digestia anaerobă), tratamentul termic cu referire la incinerarea combustibilului derivat din refuz –CDR sau combustibilului rezultat din ambalare –CRA și/sau incinerarea de masă, cu sau fără recuperarea energiei și depozitarea. Recuperarea într-o măsură din ce în ce mai mare a deșeurilor și deturnarea acestora de la depozitare, joacă un rol cheie în abordarea impactului și riscului de mediu, determinat de creșterea volumului de deșeuri. Deoarece, reciclarea și incinerarea cu recuperarea energiei sunt din ce în ce mai utilizate, se preconizează că emisiile nete de gaze cu efect de seră provenite din deșeurile municipale să scadă considerabil până în anul 2020. Rezultatele analizei de impact și risc de mediu arată că scenariul optim din punct de vedere al raportului beneficii și riscuri, respectiv impacturi de

mediu controlabile este cel în care se realizează incinerarea deșeurilor municipale în proporție de 72% cu recuperarea și creditarea energiei.

Noile directive cu privire la deșeurile menajere, la nivelul Uniunii Europene, din care fac parte integrantă, se axează pe fenomenul de prevenire, reciclare și valorificare energetică a deșeurilor care nu pot fi reciclate. În această ordine se poate păstra cel mai curat mediu înconjurător, iar volumul deșeurilor depozitate, va fi doar de tipul cenurilor sterile (EC, 2008). Problemele gestionării deșeurilor, pe care le are România în general și Județul Iași în special, au un impact major asupra societății locale, cu implicații directe asupra sănătății oamenilor, asupra calității vieții și cu influențe în ceea ce privește garantarea drepturilor cetățenilor de a trăi într-un mediu curat și sănătos. Planul National și Planul Regional de Gestionare a Deșeurilor definește măsurile necesare în vederea protecției mediului și a eficientizării managementului deșeurilor, fixând autorităților publice locale, atribuții și termene concrete, în vederea luării de măsuri privind asistarea depozitării în actualele locații și executarea lucrărilor de închidere definitivă a acestor locații. Legislația românească prevede măsuri stimulative pentru activitatea de producere a energiei din deșeuri (Kazemi and Macoveanu, 2012). Ca urmare, valorificarea deșeurilor pentru producerea de energie este, pe lângă o obligație legală, o oportunitate de afaceri, neexploată încă.

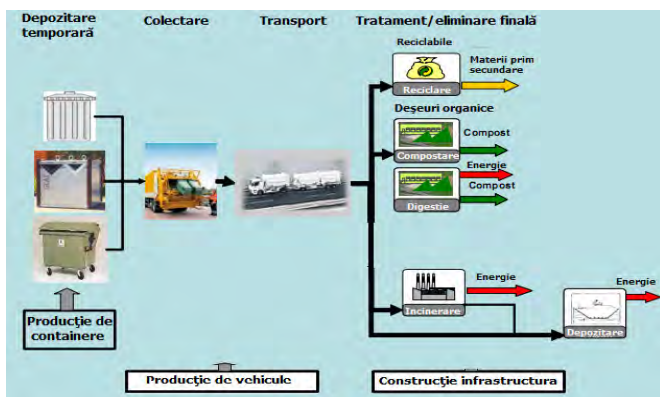
Pe raza Județului Iași nu există nici o instalație de valorificare a deșeurilor pe scara largă. Modalitatea principală de eliminare a deșeurilor a fost de depozitare pe terenurile gropilor de gunoi, *ceea ce nu înseamnă practic o eliminare finală, ci doar o stocare*. În acest sens este nevoie urgentă de instalații de valorificare a deșeurilor în cogenerare, ceea ce ar conduce la *o eliminare în procent de peste 70% a deșeurilor și s-ar produce o cantitate însemnată atât de energie termică, cât și de energie electrică*, atât de necesare traiului decent al secolului 21.

2. Experiment

2.1. Sistemul evaluat

Sistemul studiului începe cu colectarea DSM, din zonele de locuit ale municipiului și include transportul deșeurilor, diversele metode de tratament ale acestora (depozitarea, reciclarea, compostarea și incinerarea) (Schiopu et.al., 2009). Limitele sistemului se încheie o dată cu eliminarea finală a deșeurilor, fie că este vorba de depozitare sau incinerare. Ciclurile de viață ale produselor secundare nu sunt luate în considerare în cadrul acestui sistem. Tabelul IV.1. prezintă limitele sistemului analizat.

Figura IV.1. Sistemul evaluat (Sursa adaptata dupa LCA IWM, 2005)



Tabelul IV.1. Lista scenariilor sistemului de management al DSM-urilor analizate din județul Iași

Nr.c t	An	Denumire	Colectat t (100%)	Reciclar e %	Compostar e aerobă %	Digestie anaerobă %	Depozitare %	Cogenerare %
1	2011	Scenariu 0	219651	12,1	0		87,9	0
2	2013	Scenariu 1	272345	12	3,7		84,3	0
3	2018	Scenariu 2	297179	19,9	3,4			76,7
4	2018	Scenariu 2a	297179	19,9	3,4		76,7	
5	2018	Scenariu 2b	297179	19,9	3,4		76,7	
6	2018	Scenariu 2c*	297179	19,9*	3,4*			76,7
7	2018	Scenariu 2d*	297179	19,9*	3,4*		76,7*	
8	2023	Scenariu 3	318707	20	3,15	3,15		73,7
9	2023	Scenariu 3a *	318707	20	3,15	3,15		73,7
10	2028	Scenariu 4	344376	22,2	2,9	2,9		72
11	2032	Scenariu 5	362165	23,5	2,75	2,75		71
12	2032	Scenariu 5a	362165	23,5	2,75	2,75	71	
13	2032	Scenariu 5b*	362165	23,5	2,75	2,75	71*	
14	2032	Scenariu 5c*	362165	23,5	2,75	2,75		71*
15	2038	Scenariu 6	382435	24,8	2,6	2,6		70

*Scenarii alternative în care pentru reciclare, compostare, cogenerare și depozitare au fost acordate credite (abordare prin metoda 2)

Majoritatea scenariilor avute în vedere și supuse analizei de impact și risc sunt prospective reprezentând evoluția preconizată a managementului deșeurilor în județul Iași în perioada 2011-2038 (Kazemi et.al, 2012). Sunt însă și câteva scenarii alternative. Ca punct de start (scenariul 0) este abordată situația prezentă retrospectiv (scenariu de monitorizare), de la care s-a plecat de la nivelul anului 2011 (depozitare conformă în depozitul de deșeuri Țuțora, al municipiului Iași).

Scenariul 1 prezintă situația preconizată la nivelul anului 2013 (nu sunt prevăzute modificări majore în managementul deșeurilor față de situația prezentă). În scenariul 2 (2018) este preconizată trecerea de la depozitare la incinerare. Se consideră că perioada dintre anii 2013-2018 este suficientă pentru construcția și punerea în funcțiune a stației de incinerare. Ca alternative, scenariul 2a propune depozitarea în continuare ca și până în prezent fără utilizarea sau incinerarea biogazului rezultat, 2b depozitarea cu incinerarea biogazului de depozit, scenariul 2c situația în care deșeurile ar fi incinerate cu creditarea energiei rezultate, iar scenariul 2d depozitare cu incinerare de biogaz și creditarea energiei rezultate. Scenariile 3-4 prezintă situațiile preconizate pentru perioada 2023- 2032, fiind prevăzută, ca și în cazul scenariului 2 după reciclare și compostare, tratarea deșeurilor prin incinerare. Scenariul 5a prezintă situația alternativă a depozitării în ultimul an al duratei vieții depozitului Țuțora (2032) cu recuperarea energiei, dar fără creditare, scenariul 5b situația în care energia rezultată din recuperarea biogazului ar fi creditată, iar scenariul 5c incinerarea deșeurilor și creditarea energiei rezultate. Ultimul scenariu 6 abordează incinerarea fără creditarea energiei rezultate în anul 2038.

3. Analiza riscurilor

3.1. Metoda descriptivă

3.1.1. Termenii și principiile de lucru

Analiza riscului trebuie să fie aplicată la orice proiect, și, în general, evaluarea se referă la consecințele impactului asupra sănătății, siguranței și mediului (Stenhouse et.al., 2009).

Consecințele pot varia de la pozitiv la negativ, și exprimate calitativ, cuantificat, reprezintă rezultatele sau impactul unui eveniment (http://www.ucop.edu/riskmgt/erm/documents/as_stdnds4360_2004.pdf). Conform AS / NZS 4360:1999 (AS / NZS, 1999) probabilitatea este folosită, ca descriere generală a probabilității sau a frecvenței și pot fi, de asemenea, exprimate calitativ și cantitativ. Probabilitatea este de obicei descrisă pe o scară de la aproape sigur / frecventă, rar / improbabil (Tabelul IV.2.) (Pearce, 1999).

Tabelul IV.2. Descrierea probabilității (de la Pearce 1999)

<i>Descrierea probabilității</i>		<i>Note alocate</i>
Aproape sigur / frecvent	Este de așteptat să apară în cele mai multe cazuri (99%)	5
Probabil	Va avea loc, probabil, în cele mai multe cazuri (90%)	4
Posibil / ocazional	S-ar putea să apară uneori (50%)	3
Improbabil / la distanță	Ar putea apărea rareori (10%)	2
Rare / Improbabil	Poate avea loc numai în circumstanțe excepționale (1%)	1

Descrierea consecințelor unui anumit eveniment este al doilea pas în analiza riscului, și este descris în tabelul IV.3, (GPGRA, 2004; http://www.dhsspsni.gov.uk/guidance_on_analysis.doc).

Tabelul IV.3. Descrierea evaluării consecințelor (de exemplu, la GPGRA, 2004;
http://www.dhsspsni.gov.uk/guidance_on_analysis.doc)

Categorie Nivelul de Impact	Impactul personal asupra ființelor umane	Calitate/ nerespectarea sistemului	Încrederea publică și reputația	Plângere sau revendicare	Grad alocat
Nesemnificativ/ Neglijabil	Incident minor. Primul ajutor administrat.	Neglijabil, serviciu deficitar. Nerespectarea regulilor minore. Nici un impact asupra sănătății publice sau de asistență socială. Întreruperi minime la activitățile de rutină ale organizației. Nu există consecințe pe termen lung	Emisiune fără publicare/ preocupare politică	Provocare legală, minoră soluționare în instanță	1
Minor / Scazut	Incidentul care necesită tratament medical. <3 zile de absență. Primejdie emoțională	Singurul eșec, ce satisface standardele interne sau urmează protocolul. Nici un impact asupra sănătății publice sau de asistență socială. Impactul asupra organizării cu absorbție rapidă. Nu există consecințe pe termen lung	Interesul presei locale. Îngrijorarea publică locală / politic.	Acțiune civilă - Îmbunătățirea apariției nenotabilă	2
	Admiterea Spitalizării	Eșecuri repetate în a respecta standardele	Daune limitate la	Clasa de acțiune a respins	
		asupra sănătății publice și de asistență socială. Impactul asupra organizării absorbției cu unele intervenții formale de către alte organizații. Consecințe semnificative pe termen lung	Interesul presei naționale. Ancheta independentă externă. Preocupare semnificativă publică / politică.		
Catastrofale	Decese multiple. Leziuni multiple, permanente, handicap / emoțional.	Nerespectarea grosieră, pentru a satisface standardele profesionale / naționale Impact major asupra sănătății publice și asistenței sociale Impactul asupra organizării absorbției cu intervenția formală semnificativă a altor organizații. Consecințe majore pe termen lung.	Întrebările publicului. Îngrijorarea Publicului major / politic.	Urmărirea penală - nici o apărare Amendarea Directorului executiv sau privarea de libertate	5

Analiza riscului implică o estimare sau o evaluare calitativă și, pentru rezultate mai obiective, o cuantificare a riscurilor, în scopul de a face un clasament, deci poate fi urmată după prioritizarea riscurilor și a acțiunilor necesare (Gordon, 2011; Robu et.al, 2007; 2009; Suditu si Robu, 2012). Consecințele, în analiza riscului mai, sunt evaluate și cuantificate prin parametrul severitate (Fig. IV.2).

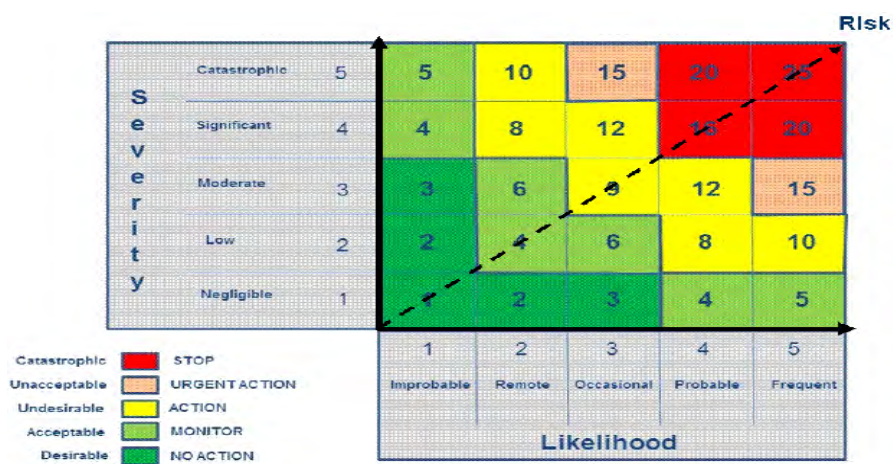


Figura IV.2. Matricea de evaluare a riscurilor (de exemplu, la Gordon, 2011)

3.1.2. Risc și nivelurile de impact

Aspectele mediului vor fi ierarhizate în funcție de semnificația impactului (Linkov et.al., 2007; Robu and Macoveanu, 2009; 2010; Schetke et.al., 2012), calculat după următoarele criterii:

a) *Prevederi legislative și de reglementare (R)* - se acordă punctaj de la 1 la 10 pentru următoarele situații:

- există prevederi legislative și de reglementare strict precizate - 10 puncte;
- solicitarea clienților, a comunității locale este evidentă - 8 puncte;
- impuneri interne pentru rezolvarea unor interese proprii - 6 puncte;
- solicitări ale personalului salariat în domeniile care îl afectează - 4 puncte;
- nu există nici un fel de prevedere - 2 puncte.

b) *Evaluarea nivelului de risc (Nr.)* – pentru evaluare se iau în calcul următorii factori:

- probabilitatea apariției (A) — cu cât aceasta este mai mare, cu atât factorul de risc este mai ridicat;
- probabilitatea detectării (B) - cu cât capacitatea de detecție este mai mică, controlul este mai puțin probabil să se realizeze și ca urmare nivelul de risc este mai ridicat;
- Severitatea consecinței (C) — cu cât este mai mare vătămarea prin poluare, cu atât este mai ridicat nivelul de risc.

Evaluarea se realizează cu ajutorul unui sistem numeric și se stabilește totalul conform clasificării din tabelul IV.4. (ec.1.).

$$N_r = (A+B) \times C \quad (1.)$$

Tabelul IV.4. Nivelul de evaluare a riscului (Nr)

Probabilitatea apariției (A)	Probabilitatea detectării (B)	Severitatea consecinței (C)	Nivelul de risc (A+B) x C
Frecvență - 5	Aproape sigur - 1	Catastrofale - 10	60
Probabil - 4	Probabil - 2	Major - 8	48
Ocazional - 3	Posibil - 3	Moderată - 6	36
Îndepărtat - 2	Puțin probabil - 4	Minim - 4	24
Improbabil - 1	Rar - 5	Neglijabil - 2	12

c) *Implicațiile aspectelor de sănătate (S)* - se acordă punctaj pe o scară de la 1 la 10 pentru următoarele situații:

- conduce la moarte - 10 puncte;
- provoacă consecințe grave asupra organismelor - 8 puncte;
- provoacă iritații, respirație îngreunată - 6 puncte;
- conduce la disconfort, la reducerea capacității de continuare a lucrului - 4 puncte;
- nesemnificative - 2 puncte.

d) *Implicații ecologice asupra mediului (E)* - se cuantifică pe o scară numerică, funcție de aria de poluare, astfel:

- nivel global - 10 puncte;
- nivel regional - 8 puncte;
- nivel local - 6 puncte;
- vecini, cartier - 4 puncte;
- incinta societății - 2 puncte.

Analiza riscului este abordat prin cuantificarea fiecărui scenariu a nivelului de risc considerat (nr), care este o funcție de trei factori descrise mai sus (Tabelul IV.5).

Tabelul IV.5. Analiza riscului în scenariile considerate

An	Scenariu	Aspecte de mediu	A	B	C	Nivelul de risc (N _r) (A + B) x C
2011	Scenariu 0 (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, deșeuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	4	2	8	48
2013	Scenariu 1 (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, deșeuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în reziduuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	4	2	8	48
2018	Scenariu 2 (76.7% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de cărbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-încalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	4	2	6	36
2018	Scenariu 2a (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, reziduuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	5	2	8	56
2018	Scenariu 2b (0% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	5	3	8	64
2018	Scenariu 2c* (76.7% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	4	2	6	36
2018	Scenariu 2d* (0% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	5	3	8	64
2023	Scenariu 3 (73.7% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de cărbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-încalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	4	3	6	42
2023	Scenariu 3a* (73.7% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de cărbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-încalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	4	3	6	42
2028	Scenariu 4 (72% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de cărbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-încalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	4	3	6	42
2032	Scenariu 5 (71% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de cărbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-încalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	4	3	6	42
2032	Scenariu 5a (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeurile biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului.	4	3	6	42

An	Scenariu	Aspecte de mediu	A	B	C	Nivelul de risc (N _r) (A + B) x C
		deșeuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor				
2032	Scenariu 5b* (0% incinerare)	Digestie anaeroba în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, reziduuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în reziduuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	4	3	6	42
2032	Scenariu 5c* (71% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	4	2	4	24
2038	Scenariu 6 (70% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	4	2	6	36

e) *Problemele comunității și mediului local (P)* - la stabilirea semnificației aspectelor de mediu se vor lua în considerare și elemente referitoare la comunitate și mediul local, acordându-se un punctaj de la 0 la 75 (ec.2.):

1. zgomot (Z):

- lipsă - 0 puncte;
- lângă secție, sector (interior) - 5 puncte;
- în incinta societății - 15 puncte;
- până la vecini, cartier - 25 puncte.

2. aspect peisagistic (AP):

- plăcut - 0 puncte;
- necorespunzător în incinta societății - 5 puncte;
- deranjant pentru vecini, cartier - 25 puncte.

3. reclamații (RM):

- lipsă - 0 puncte;
- ale personalului societății - 5 puncte;
- ale vecinilor, beneficiarilor - 15 puncte;
- ale organismelor de control și ale organelor teritorial - administrative - 25 puncte.

$$P = (Z+AP+RM) \quad (2)$$

unde P reprezintă problemele comunității și mediului local.

Pe baza datelor astfel stabilite se cuantifică impactul indus asupra mediului de fiecare scenariu considerat în evaluare (tabelul IV.6). Pentru situația analizată se consideră că impacturile de mediu care au peste 40 puncte, sunt semnificative, prin urmare și aspectele de mediu care le generează sunt semnificative.

Tabelul IV.6. Evaluarea impactului a aspectelor de mediu caracteristice scenariilor considerate

An	Scenariu	Aspectele de mediu	R	Nr	S	E	P	Impact
2011	Scenariu 0 (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, reziduuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	10	48	8	6	40	112
2013	Scenariu 1 (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, reziduuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	10	48	8	6	40	112
2018	Scenariu 2 (76,7% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de carbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-incalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	10	36	6	4	20	76
2018	Scenariu 2a (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, reziduuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	10	56	6	4	20	96
2018	Scenariu 2b (0% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	10	64	6	4	20	104
2018	Scenariu 2c* (76,7% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	10	36	6	4	20	76
2018	Scenariu 2d* (0% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	10	64	6	4	20	104
2023	Scenariu 3 (73,7% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de carbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-incalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	10	42	4	2	10	68
2023	Scenariu 3a* (73,7% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de carbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-incalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	10	42	4	2	10	68
2028	Scenariu 4 (72% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de carbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-incalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	10	42	4	2	10	68
2032	Scenariu 5 (71% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de carbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-incalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	10	42	4	2	10	68
2032	Scenariu 5a (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, reziduuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	10	42	6	4	10	72
2032	Scenariu 5b* (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, deșeuri	10	42	6	4	10	72

		organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor						
2032	Scenariu 5c* (71% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	10	24	4	2	10	50
2038	Scenariu 6 (70% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	10	36	4	2	10	62

R – prevederi legislative și de reglementare;

Nr. – evaluarea nivelului de risc;

S – implicațiile aspectelor de mediu asupra sănătății umane;

E – implicațiile ecologice asupra mediului;

P – probleme ale comunității și mediului local.

Conform criteriului de selecție, toate aspectele de mediu asociate impacturilor cu un punctaj mai mic de 40 puncte vor fi considerate nesemnificative și se vor neglija.

3.2. Rezultate

Evaluarea impactului mediului și a riscului din scenariile propuse pentru gestionarea deșeurilor în județul Iași, a arătat că impactul redus negativ este indus pentru componentele mediului și sănătatea umană în scenariul 5c din 2032 unde este planificat să incinereze 71% din deșeuri depozitate și creditarea energiei rezultate din biogaz (Tabelul IV.7).

Tabelul IV.7. Matricea nivelului impactului și riscului

An	Scenariu	Aspectele de mediu	Categorie de impact	Nivelul de risc	Nivelul de impact
2011	Scenariu 0 (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, deșeuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	A. Emisii (NO _x , CO, CH ₄ , CO ₂ etc.)	48	112
2013	Scenariu 1 (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, deșeuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	B. Energie regenerabilă	48	112
2018	Scenariu 2 (76,7% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de cărbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, preîncălzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	C. Sănătate, siguranță și impactul asupra mediului (HSE)	36	76
2018	Scenariu 2a (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeurile biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, reziduuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în reziduuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor		56	96
2018	Scenariu 2b (0% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan		64	104
2018	Scenariu 2c* (76,7% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscare a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan		36	76
2018	Scenariu 2d* (0% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de		64	104

	incinerare)	uscarea a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan		
2023	Scenariu 3 (73.7% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de cărbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-încalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	42	68
2023	Scenariu 3a * (73.7% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de cărbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-încalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	42	68
2028	Scenariu 4 (72% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de cărbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-încalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	42	68
2032	Scenariu 5 (71% incinerare)	Curățirea gazelor prăfuite, spălarea fumului, praf de cărbune, metale grele, sulf, azot, hidrocarburi policiclice aromatice, CO ₂ , zgura, spălarea zgurei sau transportul cenușei, spălarea acidă a cazanului, spălarea cazanelor, pre-încalzitorul de aer și precipitatorul de cenușă	42	68
2032	Scenariu 5a (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, deșeuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	42	72
2032	Scenariu 5b* (0% incinerare)	Digestie anaerobă în deșeuri biodegradabile, metale grele, procesul de fermentare la producerea biogazului, deșeuri organice, metan, evacuarea gazului din combustibilul nears, material nears în deșeuri, dispersia deșeurilor, transportul și manipularea deșeurilor	42	72
2032	Scenariu 5c* (71% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscarea a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	24	50
2038	Scenariu 6 (70% incinerare)	Arderea biogazului, cenușa reziduală, incinerarea deșeurilor, procesul de uscarea a deșeurilor menajere și organice, gaze de ardere spălate în scrubber, praf, regenerarea materialelor demineralizate și epurarea condensatului, desulfurarea fluxului de gaz și produsele secundare, Cenușa de la baza cazanului și/sau zgura din cazan	36	62

Scenariul recomandat se referă la instalația de incinerare care poate aborda tratarea termică a deșeurilor cu sau fără recuperarea căldurii. De asemenea, incinerarea poate fi aplicată la deșeurile municipale și la deșeurile periculoase. În primul caz, o tonă de deșeuri municipale conduce la: 230-250 kg de cenușă, 25-40 kg de deșeuri de epurare de gaze, 20-22 kg de deșeuri feroase, 0.5-1.5 kg de deșeuri neferoase și 6000 Nm³ de emisii de gaze, din care 8% sunt generate de procesul de incinerare. Se recomandă, de asemenea răcirea fumului rezultat în urma incinerării deșeurilor menajere de la 1000-1200°C până la 200-300°C, această reducere a temperaturii este

necesară și din motive tehnice procedurale, deoarece procedeele de purificare a fumului necesită temperaturi sub 350°C. Răcirea fumului provenit de la incinerarea deșeurilor are loc de obicei indirect, adică prin schimbătoare de căldură recuperative aer-apă respectiv abur. Drept instalație de transfer al căldurii servește un cazan, în care căldura fumului se transferă într-un purtător de căldură adecvat (abur sau apă). Cantitatea de energie recuperată este dată de produsul dintre masa deșeurilor tratate, puterea calorică inferioară a acestora și randamentul tehnic al ansamblului cuptor-incinerare și cazan- recuperator.

O alta particularitate la incinerarea deșeurilor constă în transportul mare de praf a fumului ce trebuie răcit. Pentru evitarea impurităților de fum la cazan, ce pot conduce la acumulări ce minimizează durata de transport, sunt necesare o serie de măsuri.

Următoarele valori pentru obținerea energiei din incinerarea deșeurilor stau la baza datelor de pornire medii pentru instalațiile moderne de incinerare a deșeurilor:

- Valoarea calorică inferioară a deșeurilor (H_u): 9,5 – 10 MJ/kg;
- Randamentul de producere a aburului: 65 – 76%;
- Producerea de abur pe tona de deșeuri: 1,9 – 2,4 tone;
- Producerea de curent electric pe tona de deșeuri, folosindu-se randamentele pentru producerea aburului și pentru curent la funcționarea în condens: 350 – 400 kWh.

Folosirea căldurii de incinerare pentru producerea de abur este categoric influențată de împrejurimi. În instalații mari se produce în principal abur de calitate relativ ridicată (40 bar, 400°C) în vederea producerii de curent, parțial combinată cu încălzirea la distanță. În instalații mai mici se produce în principal abur cu parametrii mai scăzuți (15-20 bar, 200-250°C), ce se folosește direct în scopuri de încălzire sau în domeniul industrial sub formă de căldură de proces.

4. Managementul deșeurilor

Din ce în ce mai mult, deșeurile sunt luate în considerare nu ca un rezultat final al consumului produselor, ci drept o resursă care poate fi exploatată pentru recuperarea materialelor și energiei, reprezentând de fapt singura resursă care crește. Principiile generale ale unui bun management al deșeurilor sunt subliniate în Directiva Cadru privind Managementul deșeurilor (EC, 2008). Directiva stabilește o ierarhie simplă din cinci trepte ca prioritate legală obligatorie pentru statele membre, în domeniul managementului deșeurilor. Ierarhia deșeurilor declară clar faptul că trebuie pus accentul pe reducerea cantității de deșeuri produse, apoi recuperarea și reciclarea deșeurilor, în cea mai mare măsură posibilă. Deșeurile care nu pot fi reciclate trebuie, apoi utilizate pentru recuperarea energiei prin, incinerare sau producția de biogaz. În final, opțiunea cea mai puțin dezirabilă este incinerarea sau depozitarea fără recuperarea de energie.

Tratamentul anaerob și utilizarea deșeurilor organice pentru producerea energiei a fost un câștig important ca urmare a cerințelor, din ce în ce mai stricte de mediu, creșterea costurilor de utilizare a deșeurilor și creșterea prețurilor resurselor energetice (Lako et, 2008; Navickas et, 2007; Zagorskis et.al, 2012).

În situația evaluată, în județul Iași -România, fie sunt foarte puține depozite pentru deșeuri, care au echipament de colectare a biogazului, fie că biogazul este colectat, dar nu este o sursă de recuperare a energiei, datorită faptului că biogazul este produs în cantități mici și cele mai multe depozite de deșeuri sunt recent funcționale, cum ar fi studiul nostru de caz.

Cercetarea **Instalație de cogenerare din deșeuri** se încadrează în obiectivele Programului Operațional Sectorial Mediu (POS Mediu, Axa prioritară 2). Obiectivele POS Mediu sunt următoarele:

– Creșterea gradului de acoperire a populației care beneficiază de colectarea deșeurilor și de serviciile de management, de calitate corespunzătoare și la tarife acceptabile;

- Reducerea cantității de deșeuri depozitate;
- **Creșterea cantității de deșeuri reciclate și valorificate;**
- Înființarea unor structuri eficiente de management al deșeurilor.

Valorificarea deșeurilor pentru producerea de energie este, pe lângă o obligație legală, o oportunitate de afaceri, neexploatăată încă.

În managementul modern al deșeurilor, **incinerării deșeurilor** îi revine sarcina de a trata deșeurile reziduale ce nu mai pot fi valorificate, astfel încât să se ajungă la:

- Inertizarea deșeurilor reziduale, minimizând emisiile în aer și apă;
- Distrugerea materialelor nocive organice, respectiv concentrarea materialelor anorganice;
- Reducerea masei de deșeuri de depozitat, în special a volumului;
- Folosirea valorii calorifice a deșeurilor reziduale în vederea protejării resurselor de energie;
- Transferarea deșeurilor reziduale în materii prime secundare în vederea protejării celorlalte resurse materiale.

Concluzii

1. Evaluarea impactului și a riscului de mediu din scenariile propuse pentru gestionarea deșeurilor în județul Iași, a arătat că impactul redus negativ este indus pentru componentele mediului și sănătatea umană în scenariul 5c din 2032 unde este planificat să cogenereze 71% din deșeuri depozitate și creditarea energiei rezultate din biogaz.

CONCLUZII GENERALE

1. Soluțiile tehnice recomandate sunt piroliza și gazeificarea deșeurilor solide menajere, cu producerea de energie termică și gaz combustibil, ars în mașini termice cu ardere internă, să antreneze generatoare electrice pentru producerea de energie electrică sau folosirea aburului, care valorifică atât căldura generată în procesul tehnologic, dar și căldura generată de arderea gazului combustibil, produs de instalație. Aceste tehnologii sunt în acord cu Directivele Europene privind incinerarea. Cantitatea de emisii de noxe este foarte scăzută, se distrug, în mare măsură deșeurile toxice, iar eficiența producerii energiei este ridicată.

2. Soluția tehnologică de valorificare energetică a deșeurilor solide menajere cu putere calorică mare, a fost supusă analizei financiare, conform metodicii recomandate pentru proiectele finanțate din fondurile Uniunii Europene.

3. Conform datelor statistice ale zonei Iași, beneficiarul investiției are acces la deșeuri cu o putere calorică de aproximativ 2000kcal/kg. Din experiența Europeană și mondială în domeniul tehnologiei propuse, rezultă că, o instalație de cogenerare de putere instalată 10MWh, poate produce 25-35% energie electrică și 40-60% energie termică. Randamentul total al tehnologiei ridicându-se la 85%. Pentru analiză s-au luat în considerare cifre mai pesimiste, adică 30% energie electrică și 40% energie termică.

4. Procesele de tratare termică a deșeurilor reprezintă o opțiune fezabilă după variantele de valorificare (colectare, sortare, reciclare) și înaintea depozitării controlate a deșeurilor.

Scopul general al cogenerării deșeurilor este:

- Reducerea la maxim posibil a potențialului de risc și poluare;

- Reducerea cantității și volumului de deșeuri;
- Conversia substanțelor rămase într-o formă care să permită recuperarea sau depozitarea acestora;
- Transformarea și valorificarea energiei produse.

5. Dintre fracțiunile care formează deșeurile solide municipale continuă să predomine în toată perioada analizată deșeurile organice, cu toate eforturile întreprinse pentru deturnarea acestora de la depozitare, prin compostare sau digestie anaerobă. Acest lucru arată că în cazul utilizării depozitării, ca opțiune principală de management al deșeurilor în județul Iași, obiectivele directivei privind depozitarea referitoare la reducerea cantităților de deșeuri biodegradabile până în 2016, ar putea să nu fie îndeplinite, ceea ce ar putea atrage după sine penalizări. În același timp însă, această fracțiune este în conformitate cu Directiva UE privind promovarea utilizării energiei din sursele regenerabile (EC, 2009/28), singura fracțiune din deșeurile solide municipale care este luată în considerare ca biomasă, deci o resursă regenerabilă de energie.

6. Studiul de ECV privind managementul integrat al deșeurilor solide municipale din județul Iași a fost efectuat prin luarea în considerare a unor scenarii retrospective, prospective și alternative care acoperă perioada de timp dintre anii 2018 și 2038. Lista opțiunilor de management a deșeurilor solide municipale investigate cuprinde reciclarea, compostarea aerobă, digestia anaerobă, însă accentul a fost pus pe incinerare și depozitare, ca opțiuni principale de management. În studiul efectuat s-a avut în special în vedere demersul pentru luarea în considerare a deșeurilor, nu ca un rezultat al etapei de post-consum care trebuie eliminat, ci ca o resursă ale cărei beneficii trebuie folosite (*deșeuri către energie*).

7. Studiul arată foarte clar că din punct de vedere al protecției mediului opțiunea de tratare a deșeurilor prin incinerare este superioară depozitării. În ambele variante, atât fără creditare cât și cu creditare, incinerarea obține un scor mai bun. Problemele care se puneau în trecut în privința emisiilor în atmosferă de dioxină și furani la incinerarea deșeurilor sunt de mult depășite de tehnologiile moderne de tratare a gazelor arse. De asemenea, la creditare, în afară de energia luată în calcul, care oricum este mai mare pentru unitatea de deșeu incinerat față de unitatea de deșeu depozitat, mai pot fi luate în considerare și alte „coproduse” care rezultă din incinerare. Astfel, zgura poate fi mai întâi tratată pentru recuperarea metalelor pe care le conține, iar fracțiunea rămasă poate fi utilizată ca material de umplutură pentru drumuri. Toate aceste „coproduse” pot mări și mai mult impactul pozitiv acordat incinerării la creditare, contribuind și mai mult la diferența în favoarea acestei opțiuni, față de depozitare.

8. Evaluarea impactului mediului și a riscului din scenariile propuse pentru gestionarea deșeurilor în județul Iași, a arătat că impactul redus negativ este indus pentru componentele mediului și sănătatea umană în scenariul 5c din 2032 unde este planificat să incinereze 71% din deșeurile depozitate și creditarea energiei rezultate din biogaz.

Este indicată cogenerarea deșeurilor reziduale, deoarece reprezintă deșeurile rămase după sortarea celor reciclabile.

VALORIFICAREA REZULTATELOR CERCETĂRII

Rezultatele studiului de literatură prezentate în prima parte a tezei de doctorat, intitulată "Evaluarea impactului și a riscului de mediu la procesele de cogenerare ale deșeurilor menajere", precum și rezultatele cercetării prezentate în partea a doua a tezei, au fost valorificate astfel:

✓ 1 proiect de cercetare științifică, prezentat în octombrie 2010, în fața unei comisii aprobate de Școala Doctorală a Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului;

- ✓ 2 rapoarte de cercetare prezentate în octombrie 2011 și iunie 2012, în fața unor comisii aprobate de Școala Doctorală a Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului, cu denumirile:
 - Analiza cost-beneficiu comparativă a resurselor de energie alternative;
 - Evaluarea impactului resurselor de energie alternative prin metoda ciclului de viață.
- ✓ 1 lucrare în curs de publicare în reviste cotate ISI;
- ✓ 1 lucrare prezentată la conferințe/ simpozioane internaționale și publicate în reviste cotate ISI sau în volul de lucrări;
- ✓ 1 poster prezentat la simpozioanele naționale sau internaționale.

Lucrări publicate în reviste cotate ISI

1. **Kazemi, S.**, Macoveanu, M., (2012), "Waste cogeneration in the Miroslava commune, Iasi county-Romania", *Environmental Engineering and Management Journal*, 11(3).
2. **Kazemi, S.**, Peiu, N., Macoveanu, M., (2012), "Waste management approached from a lifecycle perspective", *Environmental Engineering and Management Journal*, 11(9).
3. **Kazemi, S.**, Robu, B., Macoveanu, M., (2012), "Risk analysis of urban wastes deposit: case study Iasi county, Romania", *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, Lithuania*, in curs de publicare.

Lucrări prezentate la conferințe internaționale, publicate în reviste cotate ISI sau în volumul de lucrări

1. **Kazemi, S.**, Macoveanu, M., (2011), "Waste cogeneration in the Miroslava commune, Iasi county-Romania", *6th International Conference on Environmental Engineering and Management (ICEEM)*, September 01 – 04, 2011, Balaton, Hungary, publicat în (2012), *Environmental Engineering and Management Journal*.

Postere

1. **Kazemi, S.**, Macoveanu, M., (2011), "Waste cogeneration in the Miroslava commune, Iasi county-Romania", *6th International Conference on Environmental Engineering and Management (ICEEM)*, September 01 – 04, 2011, Balaton, Hungary.

BIBLIOGRAFIE

- Andersen**, (2010) *Composting of organic waste: quantification and assessment of greenhouse gas emissions*, PhD thesis, Technical University of Denmark.
- AS/NZS**, (1999), *Australian Standard/New Zealand Standard 4360: 1999*, accessed on line at http://www.ucop.edu/riskmgmt/erm/documents/as_stdnds4360_2004.pdf.
- Atkinson, G.**, (2006), *Environmental valuation and benefits transfer*, in Florio, M. (ed), 2007a.
- Bhatia, R., Pereira, A.**, (1988), *Socioeconomic Aspects of Renewable Energy Technologies*, Praeger Publishers, New York.

- Bilitewski, B., Hardtle, G., Marek, K., Weissbach, A., Boeddicker, H.**, (2003), *Waste management – Springer Edition*.
- British Reports**, *Department of the Environment*, (1994), Environmental Appraisal in Government Departments.
- Cogeneration et Collectivités Territoriales**, (1996), *Seminaire ATEE - 13-15 fevrier*, Paris.
- Commission Staff Working Paper**, http://ec.europa.eu/comm/research/fp6/pdf/fp6-inbrief_en.pdf.
- Consiliul Judetean Iasi**, (2009), *Strategia privind managementul deșeurilor în județul Iasi*.
- COWI Consulting Engineers and Planners AS.**, (2000), 'A Study on the Economic Valuation of Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste', Final main report, European Commission DG Environment, Brussels.
- DEFRA**, (2008), Department for Environment Food and Rural Affairs of uK Government , *Environment Waste Strategy factsheets, landfillban*, <http://archive.defra.gov.uk>.
- Dixon, J.A., Scura, L.F., Carpenter, R.A., Sherman, P.B.**, (1994), *Economic Analysis of Environmental Impact*, 2nd edition, Earthscan Publications, London.
- EC**, (2000/76) European Commission *Directive on Waste Incineration*.
- EC**, (2008), European Commission directive regarding waste management, 98.
- EC**, (1999/31) European Commission *Directive on Waste Lanfilling*.
- EC**, (2005), Commission Communication of 21 December 2005 "Taking sustainable use of resources forward: A Thematic Strategy on the prevention and recycling of waste".
- EC**, (2006), European Commission, Integrated Pollution Provention and Control, Reference Document on the *Best Available Techniques for Waste incineration*.
- EC**, (2008/98) European Commission *Framework Directive on Waste Management*.
- EC**, (2009/28) European Commission *directive on the use of energy from renewable sources*.
- EC**, (2011) Report from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee of the Regions on the *Thematic Strategy on the Prevention and Recycling of Waste*.
- EC**, (1996/62) European Commision Directive on Packaging and Packaging Waste EC *The International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Hanbook. Manualul cuprinde 7 documente*:
- a. General guide for LCA Detailed guidance: <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAIL-online-12March2010.pdf>
 - b. General guide for LCA Provisions and action steps: <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-PROVISIONS-online-12March2010.pdf>
 - c. Specific guide for ICI data sets: <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-Specific-guide-for-LCI-online-12March2010.pdf>
 - d. Framework and requirements for ICIA models and indicators: <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-LCIA-Framework-requirements-online-12March2010.pdf>.
 - e. Review schemes for LCIA: <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-Review-schemes-LCA-online-12March2010.pdf>.
 - f. Reviewer qualification for LCI data sets: <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-Reviewer-qualification-LCI-online-12March2010.pdf>.
 - g. Analysis of existing EIA methodologies for use in LCA: <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ILCD-Handbook-LCIA-Background-analysis-online-12March2010.pdf>.

Ecoinvent Centre, (2007), *Ecoinvent Report nr. 15 Life Cycle Inventories of Agricultural Systems*.

Ecoinvent Centre, (2007b), *Ecoinvent Report nr. 17 life Cycle Inventories of Bioenergy*.

Ecoinvent Centre, (2009), *Ecoinvent Report nr. 13 Life Cycle Inventories of Waste Treatment Services, Part. II Waste Incineration*.

Ecoinvent Centre, (2009b), *Ecoinvent Report nr. 13 Life Cycle Inventories of Waste Treatment Services, Part. III Landfills-underground deposits-landfarming*.

Ecoinvent Centre, (2011), *Ecoinvent database* www.ecoinvent.org/database/.

Educogen, (2001), *A Guide to Cogeneration*.

Educogen, (2003), *Guide de prefesabilite pour les acteurs du secteur tertiaire PMI,PME – Installaer une Cogeneration dans votre Etablissement- Region Wallonne*.

EEA, (2008), Supporting document to EEA Briefing 2008/01 *Better management of municipal waste will reduce greenhouse gas emissions*, European Environment Agency, Copenhagen http://reports.eea.europa.eu/briefing_2008_1/eu/briefing_2008_1/en/Supporting_document_to_EEA_Briefing_2008-01.pdf.

Europe's cogeneration Markets of the future, (1996), *prospects and challenges - Third COGEN EUROPE yearly Conference*, Brussels.

European Commission, (1997), *Cost-Benefit analysis of the different municipal solid waste management system: objectives and instruments for the year 2000*, Brussels.

European Commission, *DG Energy and Transport*, (2003), *Priority projects for the Trans-European Transport Network Projects*, Brussels.

European Commission, *DG Energy and Transport*, (2005), *Trans-European Transport Network: TEN-T priority axis and projects*, Brussels.

European Commission, *DG Tren*, (2003), *Inventory of public aid granted to different energy sources*, European.

European Commission, *DG Tren*, (2006), *Implementing the internal energy market: Annual Report 2005*, Luxembourg.

Evan R., (1993) *Environmental and economic implications of small-scale CHP / in Energy Policy*, volume 21, number 1 - pp 79-91.

Frankhauser, S., Tepic, S., (2005), *Can poor consumers pay for energy and water? An affordability analysis for transition countries*, *Energy Policy*, 35(2): 1038-1049.

Froilich, E.A., (1994), *The manual for small industrial business: project design and appraisal*, UNIDO, Vienna.

Gordon Wylli, (2011), *Risk management*, accessed on line at <http://blog.mindgenius.com/2011/04/risk-management-with-gordon-wyllie.html>.

GPGRA, (2004), *Good Practice Guidance Risk Assessment* accessed on line at <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2005/02/20630/51568>.

Greenwood, C., Hohler, A., Sonntag-O'Brien, V., et al., (2007), *Global Trends in Sustainable Energy Investment*, UNEP, Paris.

HPSS, (2004), *HPSS Guidance On Analysis Of Risk / Risk Rating Matrix* accessed on line at http://www.dhsspsni.gov.uk/guidance_on_analysis.doc.

INCDPM – ICIM, (2005), *Studiu privind metodele si tehnicile de gestionare a deseurilor*, Bucuresti.

ISO (International Organization for Standardisation) 14040, 2006 *Environmental Management Life Cycle Assessment Principles and Framework*.

ISO (International Organization for Standardisation) 14044, 2006 Environmental Management Life Cycle Assessment *Requirements and Guidelines*.

Joint Research Centre, (2010), ELCD core database version II, ict.jrc.ec.europa.eu/assessment/data Prè Consultants, 2011 www.pre-sustainability.com.

Kazemi S., Macoveanu M., (2012), *Waste cogeneration in the Miroslava commune, Iasi county-Romania*, *Environmental Engineering and Management Journal*, 11(3).

Kazemi S., Peiu N., Macoveanu M., (2012), *Waste management approached from a lifecycle perspective*, *Environmental Engineering and Management Journal*, 11(9).

Kazemi, S., Robu, B., Macoveanu, M., (2012), "Risk analysis of urban wastes deposit: case study Iasi county, Romania", *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, Lithuania*, .

Kema, Rob Smith, (2006), *Power Quality Application Guide*.

Knight I., Uismet, (2005) - *Residential Cogeneration Systems*, A Review of the Current Technologies.

Kolanowski B, (2003)- *Small Scale Cogeneration Handbook*, second Edition- The Fairmont Press Inc, Georgia.

Kopetz H., (2003), *Bioenergy in Europe*, Bioenergy, Proc.

Lako J., Hanesok J., Yuzhakova T., Marton G., Utasi A., Redey A., (2008), Biomass – a source of chemicals and energy for sustainable development, *Environmental Engineering and Management Journal*, 7, 499-509.

LazaroIU, Gh., (2005), *Impactul CTE asupra mediului*, Editura POLITEHNICA PRESS, ISBN 973-8449-79-0, 355 pg., Bucuresti.

Linkov Igor, Satterstrom F.Kyle, Steevens Jeffery, Ferguson Elizabeth, Pleus Rischard, (2007), Multicriteria decision analysis and environmental risk assessment for nanomaterials, *Journal of Nanoparticle Research*, doi: 10.1007/s11051-007-9211-0, 543-554.

Marton, K., (1995), *Governments and industrialization: the role of policy intervention*, UNIDO, Vienna.

McDougall F., (2004), *The use of Life Cycle Assessment tools to develop sustainable municipal solid waste management systems*, *Corporate sustainable Development*, Procter&Gamble.

McDougall, F., White, P., Franke, M., Hundle, P., (2004). *Integrated solid waste management – A Life Cycle Inventory – Blackwell Science Edition*;

Mendonca, M., (2007), *Feed-in Tariffs - Accelerating the Deployment of Renewable Energy*, World Future Council, Earthscan.

Metschies, G.P., (2007), *International Fuel Prices*, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn.

Nationwide Survey, (2003), *Agency for natural resources and Energy, Government of Japan, Official website*, On line at: <http://www.enecho.meti.go.jp>.

Naurud, S., (1992), *Pricing the European Environment*, Scandinavian University Press, Oslo.

Navickas K., Zuperka V., Venslauskas K., (2007), *Animal by-products of anaerobic conversion biogas*, (LZUUI Institute and LZU University's research work), 39, 60-68.

Navrud, S., Ready, R., (2007), *Environmental Value Transfer: Issues and Methods* (The Economics of Non-Market Goods and Resources).

Nielsen M., Bernsen E., (1996) *Combined Heat and Power in Eastern Europe : potentials and barriers* - in Inter. J. of Global Energy Issues, Vol. 8, N°4, pp 375-384.

Noord M., Beurskens L.W.M., de Vries H.J., (2004), *Potentials and Costs for Renewable Electricity Generation*, Energy Research Center of Nederland.

O.M. nr. 462/1993, pentru aprobarea Condițiilor tehnice privind protecția atmosferei.

O.M. nr. 756/2004, pentru aprobarea Normativului tehnic privind incinerarea deșeurilor.

O.M. nr. 757/2004, pentru aprobarea Normativului tehnic privind depozitarea deșeurilor.

Orlando J.A., (1996), *Cogeneration Design Guide*- ASHRAE Inc.

Pearce F., (1999), *Rivers of Doubt*, New Scientist, London, UK.

Pearce, D. et al., (1994), *Project and Policy Appraisal: integrating economics and environment*, OECD, Paris.

RDC – Environment & Pira International., (2001), 'Evaluation of costs and benefits for the achievement of reuse and recycling targets for the different packaging materials in the frame of the packaging and packaging waste directive, 94/62/EC', Final report, European Commission, Brussels.

Robu B., Ioan C.C., Robu E., Macoveanu M., (2009), European frame for sustainable agriculture in Romania: Policies and strategies, *Environmental Engineering and Management Journal*, **8**(5), 1171-1179.

Robu B., Macoveanu M., (2009), Strategic environmental assessment for plans, programs, policies in Romania: Multi-Criteria Method, *Environmental Engineering and Management Journal*, **8**(6).

Robu B., Macoveanu M., (2010), *Environmental assessments for sustainable development* (in Romanian), ISBN 978-973-7645-69-2, 267 p, EcoZone Publishing House, Iasi, Romania.

Robu B.M., Caliman F.A., Betianu C., Gavrilescu M., (2007), Methods and procedures for environmental risk assessment, *Environmental Engineering and Management Journal*, **6**, 573-592.

ROMAIR CONSULTING LTD, (2006), *Managementul integrat al deșeurilor în Iași*, Plan de investiții pe termen lung, Asistența tehnică pentru pregătirea Portofoliului de proiecte sector deșeuri 2.

Rushbrook P., Pugh M., (1999), *Solid Waste Landfills in Middle and Lower Income Countries, A Technical Guide to Planning*, In: Design and Operation, World Bank Technical Paper No. 426.

Schetke Sophie, Haase Dagmar, Kotter Theo, (2012), Towards sustainable settlement growth: A new multi-criteria assessment for implementing environmental targets into strategic urban planning, *Environmental Impact Assessment Review* (**32**), 195-210.

Stenhouse, M., Arthur, R., Zhou, W., (2009), Assessing environmental impacts from geological CO₂ storage. *Energy Procedia* **1**, 1895-1902.

Suditu Gabriel Dan, Robu Brindusa Mihaela, (2012), Digitization of the environmental impact quantification process, *Environmental Engineering and Management Journal*, **11** (4), 841-848.

Șchiopu Ana-Maria, Robu Brîndușa Mihaela, Apostol Ion, Gavrilescu Maria, (2009), Impact of landfill leachate on soil quality in Iasi County, *Environmental Engineering and Management Journal*, **8**(5), 1155-1164.

Werring L., (2006), *European Commission - Report on Energy and Climate-Global Challenges of the 21 st Century*, Lubeck.

World Bank, (2003), *A Review of the Valuation of Environmental Costs and Benefits in World Bank Projects*, Paper No 94, Environment Department Papers, World Bank, Washington D.C.

Zagorskis Alvydas, Baltrenas Pranas, Misevicius Antonas, Baltrenaite Edita, (2012), Biogas production by anaerobic treatment of waste mixture consisting of cattle manure and vegetal remains, *Environmental Engineering and Management Journal*, **11** (4), 849-856.